

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-I*

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

塩 浜 利 夫
(遠洋水産研究所)

Studies on measuring changes in the characters of the
fishing effort of the tuna longline fishery-I.

Concentrations of the fishing effort to particular
areas and species in the Japanese Atlantic fishery

Toshio SHIOHAMA
(Far Seas Fisheries Research Laboratory)

Synopsis

Mobility is an outstanding character of the fishing effort of the tuna longline fishery: it removes freely from one ocean to another or from one species to another. This character seems to give an extreme difficulty in predicting where the fishing effort flows. If, therefore, one is provided with information on such a character, or for instance, information on the trend in which the fishing effort has actually behaved since the beginning of the fishery, then he could predict to some extent its changes which might occur as the fishery is regulated by the law. In the actual fishery, however, there are various classes of the vessel size or several ways of the operation. These differences in the vessel size or the types of operation cause the different area preference or species preference of the fishing effort. For instance, the fishermen's interest to particular tuna species is not the same in its degree between the fishery based on the Japanese home ports and that on the foreign ports, because the markets for these two types of the fishery are different from each other. It may be said that information on such differences in the concentration of the fishing effort will allow us to regulate the size of fleets on different fishing bases and to control the fishing pressure directed at particular tuna stocks. This information, therefore, will be of value in deciding what measures should be adopted for the future management of the fishery. From this point of view and as the first step, the present paper simply aims to establish the indices for the measurement of the degree of fishermen's interest to particular areas and species and to apply them to the Japanese tuna longline fishery in the Atlantic Ocean from 1956 to 1968.

* 1971年7月3日受理 遠洋水産研究所業績 第53号

I. Procedures of measurement

1. Degree of fishermen's interest to particular areas.

The degree of fishermen's interest to a given area may be simply represented by the percentage of the fishing effort in that area to the total fishing effort exerted in the entire fishing grounds. The degree of interest is here defined as follows:

$$P_{ik} = 100 \cdot h_{ik} / \sum_{i=1}^{n_k} h_{ik} \dots \dots \dots (1)$$

i ; No. of unit areas (five-degree squares).

n_k ; No. of unit areas where the fishing effort (hooks) was actually exerted in the k -th year.

h_{ik} ; No. of hooks for the i -th area in the k -th year.

The P_{ik} values change from year to year. To help describe this change, in the present paper, the average values of the P_{ik} for five years from 1962 to 1966, during which the tuna longline fishery covered nearly the whole areas of the distribution of tunas in the Atlantic Ocean, were used as the standard with which to compare the yearly P_{ik} values.

$$\tilde{P}_i = 1/l_i \sum_{k=1}^{l_i} P_{ik} = 1/l_i \sum_{k=1}^{l_i} (100 \cdot h_{ik} / \sum_{i=1}^{n_k} h_{ik}) \dots \dots \dots (2)$$

k ; Years from 1962 to 1966.

l_i ; No. of years in which data were collected.

The I_{ik} to describe the fishermen's interest is thus defined as follows:

$$I_{ik} = P_{ik} / \tilde{P}_i \dots \dots \dots (3)$$

2. Degree of fishermen's interest to particular species.

The tuna longline gear fishes several species of tunas and billfishes simultaneously. To assess the fishing effort actually directed at any particular species, therefore, the effective factors per unit of fishing effort should be calculated by tuna species to get the effective effort. The factor ϵ is given by the following formula (For instance, Tanaka 1957, 1960):

$$\epsilon^* = \tilde{X} / X \dots \dots \dots (4)$$

\tilde{X} ; Effective effort.

X ; Total fishing effort.

To obtain the effective effort, the effective factors (r_{ij}) for unit areas were calculated by the quarters of the year and then four quarterly values of the effective effort were simply added under the assumption that the availability of the fish to the longline gear is uniform throughout the year. The procedures here followed the method by Suda and Kume (1967).

* This factor is designated as the "Index of concentration" by Calkins (1961, 1963).

$$r_{ij} = \frac{1/l_{ij} \sum_{k=1}^{l_{ij}} 100 \cdot C_{ijk}/h_{ijk}}{1/n \sum_{i=1}^n (1/l_{ij} \sum_{k=1}^{l_{ij}} 100 \cdot C_{ijk}/h_{ijk} \cdot A_i)} \cdot A_i \quad \dots\dots\dots(5)$$

r_{ij} ; Effective factor for the i -th unit area in the j -th quarter of the year.

h_{ijk} ; No. of hooks for the i -th unit area during the j -th quarter in the k -th year.

C_{ijk} ; No. of fish caught for the i -th unit area during the j -th quarter in the k -th year.

l_{ij} ; No. of years in which data were obtained for the i -th unit area during the j -th quarter.

A_i ; Area correcting factor for the i -th unit area.

$$f = \sum_{j=1}^4 \sum_{i=1}^n f_{ij} = \sum_{j=1}^4 \sum_{i=1}^n r_{ij} \cdot h_{ij} \quad \dots\dots\dots(6)$$

f ; Effective effort

f_{ij} ; Effective numbers of hooks for the i -th unit area during the j -th quarter.

r_{ij} ; Effective factor for the i -th unit area during the j -th quarter.

II. Result

1. Fishermen's interest to areas

From App. fig. 2 showing the distribution of the I_{ik} values from the above equation (3) as broken down into three classes, the following matters may be mentioned:

In the first stage (1956-1961) or the period of the gradually increasing total effort, there was a concentrated fishermen's interest in the Equatorial belt of area. In the second stage (1962-1965) or the period of the rapidly increasing total effort, the areas of their massive interest were shifted to the middle or higher latitude regions away from the Equatorial area. In the third stage (after 1966) or the period of the decreasing total effort, there was a massive interest directed especially at the regions of the highest latitude within the areas of the fishery both in the northern and southern hemispheres.

2. Fishermen's interest to particular tuna species.

App. fig. 3 shows the distribution of the effective factors (r_{ij}) by species from the equation (5). The areas where the r_{ij} is greater than 1 for each unit area represent the effective fishing grounds for respective species. The main fishing grounds are in the Equatorial areas for the yellowfin, in the middle or higher latitudes for the albacore and between these two areas for the bigeye tuna. This means that the yellowfin and bigeye tuna or the albacore and bigeye tuna can be fished simultaneously and effectively, but never so the yellowfin and albacore.

In Fig. 4 showing the yearly change of the factor ϵ by tuna species from the equation (4), the value ϵ greater than 1 for particular species implies that the fishing effort during that year was exerted effectively in areas where that tuna is densely distributed during the year. According to the figures, the fishing effort was concentrated exclusively on the yellowfin dur-

ing the early stage of the fishery and shifted gradually to the albacore after that. During the period of the decreasing total effort after 1966, the fishing effort was directed rather evenly at all of the yellowfin, albacore and bigeye tuna.

ま え が き

資源管理あるいは漁業管理を実施する場合、漁獲努力の質的な特性について何んらかの情報をもちあわせ、多少なりとも管理措置に対する反応を予測することができるならば、それは管理手段を撰択する上で好都合なことである。この研究は漁獲努力のもつ特性のうち、特定海域または特定魚種に対する漁獲努力の指向性を取りあげ、大西洋まぐろはえなわ漁業を例にとり、それらを実際に測定することを試みたものである。まぐろはえなわ漁船は機動性がいちゞるしく大きく、ある大洋から他の大洋へ、またある魚種から他の魚種へとかなり自由に漁場や漁獲対象魚種を転換することができる。このため漁獲努力量の時空間分布の予測はきわめてむずかしいもののように思われている。本研究はこのような特性をもつ漁獲努力量の動態の中から特定海域に対する漁獲努力の指向性に関し、何んらかの特長を見出すために、その測度をうち出すことを第1のねらいとしている。第2のねらいは漁獲努力の分布と魚群の分布の合致度に関する議論をすゝめることである。第2のねらいについては他の魚種ではすでに多くの研究が行われているが、マグロ類の場合はいまだ十分にすゝめられていないのが現状である。ところで本研究の第1のねらいである漁獲努力の指向性の測定については、この報告でうちだされた手法はまったく未熟であり、測定結果の解釈にも検討の余地が多々のこされていると考えられる。しかし将来さらに適当な方法が見出され漁獲努力の指向性がよりうまく測定できるようになると、その結果は資源管理や漁業管理にとって大きな貢献をするようになると思われる。

ここで本研究の結果の応用範囲について一・二の可能性を例としてあげてみよう。

- 1) 我国本土を根拠とするまぐろはえなわ漁船の船型は大、小まったく様々である。遠洋まぐろはえなわ漁船が何隻あるといわれてもそれだけではどの資源にどれだけの努力量が投入されるのか全く予測がたゞない。この場合、船型階層別にみて夫々の船型階層にどのような漁場撰択の傾向があるのか、あるいは、その傾向にどのような歴史的变化が生じているのか等が明らかにされゞば、将来において資源管理のための漁業調整が必要になった時でも、いろいろの計画がたてやすい。このような情報を得るためには後述される P_{ik} や I_{ik} はある程度の手がかりになりそうである。
- 2) 外地基地と本土基地とは夫々の漁獲物の販路がまったく異質である。このため基地を異にする船隊の特定魚種に対する関心の度合いは互いに著しくことなっているものと思われる。このような魚種に対する指向性のちがいが把握されるならば、将来、基地別船隊の大きさを調整することによってある程度個々の資源に対する“まびき”の強さを調整することも可能になるかもしれない。この種の指向性の測度として後述するような ε をとりあげてみた。

この研究に用いた資料は1956—68年の間の漁場別漁獲努力量および魚種別漁獲量統計である。この統計のうち1956—62年にかけてのものは塩浜他(1965)によってとりまとめられたものであり、1963—68年にかけてのものは「まぐろはえなわ漁業漁場別統計調査結果報告」(1966, 1967a, 1967b, 1968, 1969, 1970)に収録されているものである。しかし、すでに発表された資料のうち、1961—63年の間のものの一部についてはその後入手した情報にもとづいて多少の修正が行われた。たゞし、この修正の影響はきわめて小さなものである。修正された漁獲努力量と魚種別漁獲尾数は App. Table の1および2に示し、総数推定のための“ひきのばし率”は App. Table 2 に示す。

本研究は須田明浮魚資源部長および木川昭二浮魚資源部第三研究室長の指導のもとに進めたものである。同時に、林繁一浮魚第一研究室長には原稿の校閲と助言を、長崎福三企画連絡室主任研究官および浮魚第三研究室久米漸技官には有益な助言をいたゞいた。また、発表にあたって、木部崎所長、福田企画連絡室長に原稿の校閲を賜った。ここに記して深謝の意を表する。さらに、この報告のもとになっている統計資料の作成に多大の努力を払われた関係各位ならびにそれに協力された漁業者および関係機関の方々に深く敬意を表する。

1. モデルケースとしてとりあげた大西洋における まぐろはえなわ漁業の過去 13 年間の変遷

大西洋に投下された総漁獲努力量の経年変化を開拓当初の 1956 年から 1968 年にかけての 13 年間について示すと Fig. 1 のようになる。総漁獲努力量の推移から大西洋のまぐろはえなわ漁業の発展経過をみると、3 つの段階にわけることができる。すなわち、第Ⅰ期は 1956—61 年にかけての 6 ケ年間にみられる総漁獲努力量の漸増期、第Ⅱ期は 1962—65 年にかけての 4 ケ年間の総漁獲努力量の急増期、第Ⅲ期は 1966 年以後にあらわれた著しい総漁獲努力量の減少期である。

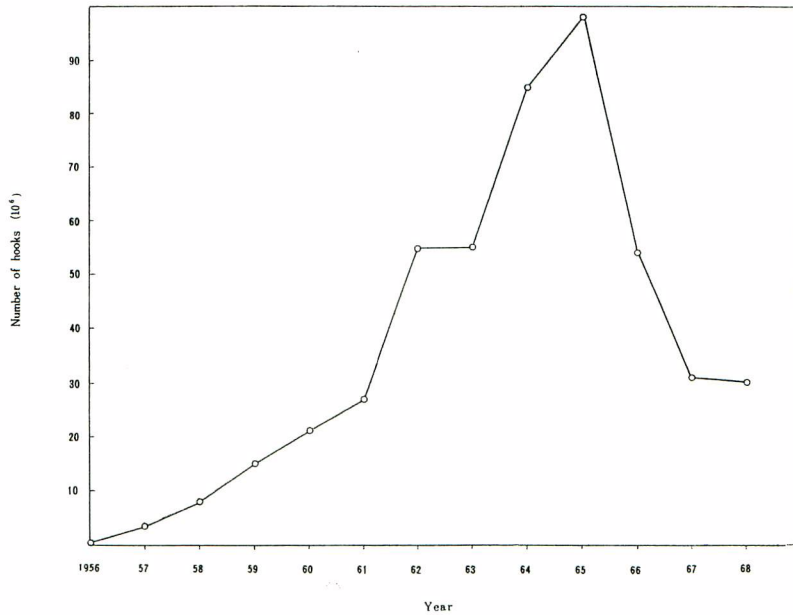


Fig. 1. Annual changes in the total fishing effort by the Japanese longline fisheries in the Atlantic Ocean.

App. Fig. 1 の 1-4 は釣数で示した 1958 年およびその後の 4 年目ごとの各年の漁獲努力量の海域分布である。1958 年および 1961 年は第Ⅰ期、1965 年は第Ⅱ期、1968 年は第Ⅲ期の代表としてしめた。この図から上述の漁業の変化段階ごとに漁獲努力量の海域分布の特長をみてみると、

- 1) 第Ⅰ期の総漁獲努力量の漸増期（1956—61 年）は前期（1956—58 年）と後期（1959—61 年）にわけられる。前期では漁獲努力は主に赤道の北側に偏って投下されている。後期では漁場が赤道の南側にも拡大している。したがって、この期間の特長は全体的には初期の漁場調査（千葉県漁業指導船運営事務所 1956、神奈川水試 1958、水産庁 1958、1959、1960、1961）による赤道海域の漁場開発と南半球の中緯度海域の漁場探索が行われた期間として捉えることができる。
- 2) 第Ⅱ期の総漁獲努力量の急増期（1962—65 年）では漁獲努力の分布域は年々急速に高緯度海域へ進み、1965 年にはもっとも拡大して漁業の全盛期を迎えている。
- 3) 第Ⅲ期の総漁獲努力量の減少期（1966 年以後）では総漁獲努力量の著しい減少にもかかわらずその分布域は 1965 年とあまり変化していない。したがって、漁獲努力量は大西洋の特定水域からではなく全海域のほとんどすべての単位海域から程度の差こそあれ減少している。

塩浜他（1965）は 1962 年までの資料にもとづいて大西洋におけるまぐろはえなわ漁業の開発経過を、(1)

1956—1959 年を赤道海域のキハダ漁場の開拓期, (2) 1959—1961 年をキハダの釣獲率の低下にともなう南半球のビンナガおよびメバチの分布域への拡大期, (3) 1962 年以降を 総漁獲努力量の急増期とに分けている。しかし, 前述の研究に用いられた資料に, さらに, 1963—68 年までの資料を加えてあらためて考察してみると, 1961 年以前の期間はむしろ上述したように初期の漁場開発期とみなして, それを前期と後期とにわけておく方がよりよく漁業の発展経過を理解できるようである。

2. 特定海域に対する漁獲努力の指向性 (特定海域に対して漁業者の示す関心の度合い)

まぐろはえなわ漁業の漁業者が特定海域に対して示す関心の度合いは単純にその海域へ投下された漁獲努力量をもってあらわすことができよう。しかし, この場合, 大西洋のように年によって著しく総漁獲努力量に変化していると, 特定海域に対する漁業者の関心の度合いは, 総漁獲努力量の増大期にはどの海域についても増大傾向にあると判断されるであろうし, 逆に減少期にはどの海域についても小さくなると判断されるであろう。この総漁獲努力量の著しい経年変化の影響を除去するためには特定海域に投下された漁獲努力量を総漁獲努力量で割っておけばよい。つまり, 特定海域に対する漁業者の関心の度合を, 総漁獲努力量の特定海域に対する配分率であらわすことである。ここでは漁業者が特定海域についてしめす関心の度合いを年々の単位海区に投下された漁獲努力量の総漁獲努力量に対する百分率であらわし, それを k 年における i 番単位海区への漁業者の関心度 (P_{ik}) と定義して (1) 式で示す。

$$P_{ik} = 100 \cdot h_{ik} / \sum_{i=1}^{n_k} h_{ik} \quad \dots\dots\dots (1)$$

i ……………単位海区 (緯度 $5^\circ \times$ 経度 5° の柵目)
 n_k …………… k 年に投下された釣数の単位海区数
 h_{ik} …………… k 年, i 番単位海区へ投下された釣数

ところで, 特定海域に対する漁業者の関心が前述のように年々変化している場合, そのような関心の度合いの歴史的な変化傾向を表わすにはある特定の期間の平均値を基準にとり, それからの差あるいはそれに対する比を用いればよいと思う。ここでは比の方を用いる。この比の値が個々の単位海区においてどのように変化しているか, 年々比較すれば漁業者の関心が特にどの方面の海域へ強く向けられ, それが年と共にどのように移り変ってきたかを観察されよう。

まず, 比較の基準となる平均値の設定についてのべる。漁船の分布域がもっとも拡大し, マグロ類の分布域のほぼ全体にあたる南北緯 40° 線にはさまれた中, 低緯度海域全体をカバーした 1962—66 年——これはさきへのべた大西洋のはえなわ漁業発展史の第 II 段階にほぼ相当する——の間の各年の P_{ik} を i 番単位海区ごとに加えて, それをその単位海区において資料の得られた年数 l_i で割って平均し, その値を比較の基準とする。ここではこれを i 番単位海区に対する漁業者の 1962—66 年の間の平均関心度 (\tilde{P}_i) と定義して (2) 式で示す。

$$\tilde{P}_i = 1/l_i \sum_{k=1}^{l_i} P_{ik} = 1/l_i \sum_{k=1}^{l_i} (100 \cdot h_{ik} / \sum_{i=1}^{n_k} h_{ik}) \quad \dots\dots\dots (2)$$

i ……………単位海区 (緯度 $5^\circ \times$ 経度 5° の柵目)
 n_k …………… k 年に投下された釣数の単位海区数
 k ……………1962—66 年の間の特定の年

I_i i 番単位海区において資料の得られた年の数
 h_{ik} k 年, i 番単位海区に投下された鈎数
 P_{ik} k 年, i 番単位海区に対する漁業者の関心度

つぎに, 単位海区に対する漁業者の 1962—66 年の間の平均関心度 (\bar{P}_i) と単位海区に対する漁業者の年々の関心度 (P_{ik}) との比を I_{ik} とおく。

$$I_{ik} = \frac{P_{ik}}{\bar{P}_i} \dots\dots\dots(3)$$

この I_{ik} の値を海図上にプロットすれば, 漁業者の関心が 1962—66 年, すなわち, 大西洋のはえなわ漁業の全盛期を基準にしてみた場合にどの海域へとくに強く集中し, それが時間的にどう変化していったかがしめされる。ここで年々の I_{ik} の値を $I_{ik} \geq 1.21$, $1.20 \geq I_{ik} \geq 0.81$, $I_{ik} \leq 0.80$ の 3 段階にわけて App. Fig. 2 の 1-13 に示す。このうち $1.20 \geq I_{ik} \geq 0.81$ をしめす単位海区では漁業者のその海域に対する関心が平年なみであったとみなす。 I_{ik} の海域分布の変化を漁業の歴史とむすびつけてみるとつぎのようなものである。

1) 第 I 期の総漁獲努力量の漸増期 (1956—61年) では前期の 1956—58 年と後期の 1959—61 年とで著しい相異がみられる。前期では I_{ik} の値は赤道の北側で高かったが, 後期では南半球への漁場の拡大にともなって I_{ik} の値の高い海域が両大陸に沿った海域やギニア湾からアンゴラ沖にかけての海域に移動している。

2) 第 II 期の総漁獲努力量の急増期 (1962—65年) では漁業者の関心が年々の新漁場へ集中して行くようすがよくあらわれている。1962 年には南アメリカ沖の 15°S 附近の海域に関心が集まり, 1963 年には前年に漁業者

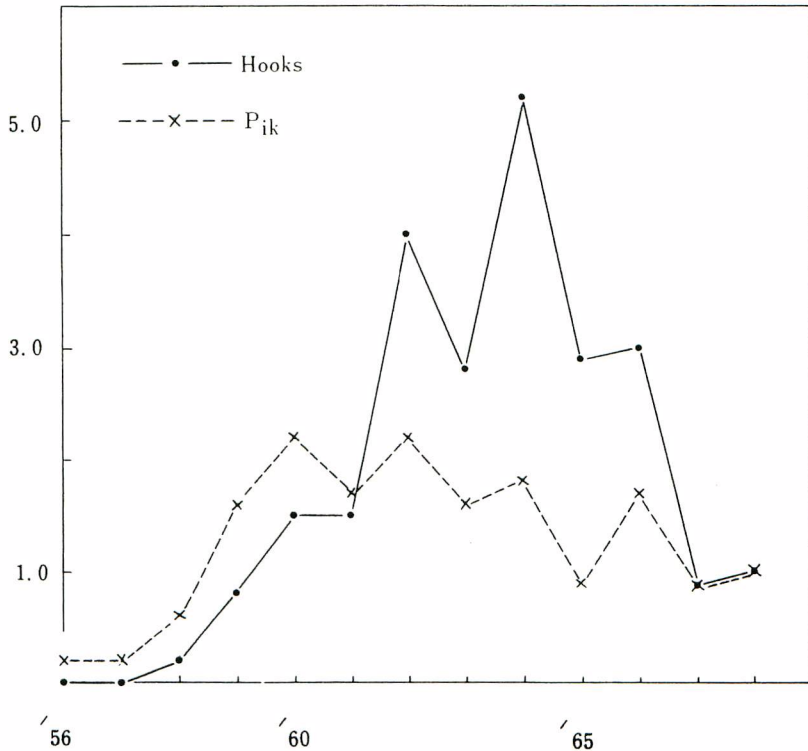


Fig. 2-1. Annual changes in P_{ik} index and number of hooks for area of 10°N-5°S, 10°W-15°E (Both values in 1968 are 1.0)

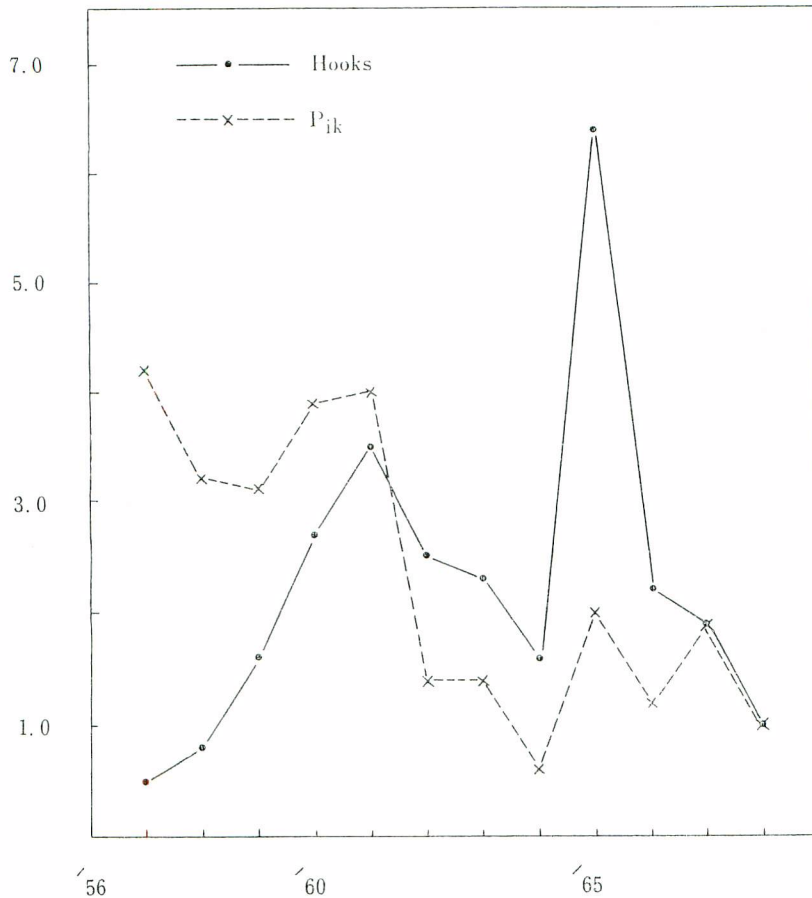


Fig. 2-2. Annual changes in P_{ik} index and number of hooks for area of 5° - 25° S, 50° - 20° W (Both values in 1968 are 1.0)

の関心の高かった南アメリカよりの 15° S 附近の海域に加えて西インド諸島沖にも I_{ik} の高い海域が出現している。1964 年には漁場の拡大にともなって I_{ik} の高い海域が洋心部へ移動すると共にメキシコ湾漁場も注目された。しかし、ギニア湾からアンゴラ沖にかけてのいわゆる既存漁場についてはむしろ関心が低くなったことが示唆されている。また、1965 年には 35° N, 40° W 附近の海域と 30° S, 25° W 附近の海域で I_{ik} の値が高く、前年に比べてより高緯度にしてより洋心部へと移動している。一方、前年に I_{ik} の低かったギニア湾からアンゴラ沖で再び I_{ik} が高くなり、逆にメキシコ湾でそれが低くなっている。

3) 第 III 期の総漁獲努力量の減少期 (1966 年以後) では前の時期までに全大西洋の漁場についてその全貌がほぼ明らかになっているにもかかわらず、既存の漁場の枠内で漁業者の関心の高い海域が年々著しく変動している。 I_{ik} の高い海域をあげると、1966 年ではそれらは既存漁場の一部であるカリブ海と、ダカール沖の海域と新漁場にあたる南北両半球の高緯度海域であり、1967 年ではそれらは赤道海域の洋心部からアフリカ大陸の西岸に沿ってケープタウンに至る海域である。また、1968 年には南半球の 30° S 線に沿った新漁場に本格的な関心が向けられるようになったと同時に、既存漁場であるアンゴラ沖の海域でも I_{ik} が高くなっている。これらをまとめると、第 I 期 (1956-61 年)、つまり漁場の開拓期には赤道沿いの帯状海域に関心が集中し、第 II 期 (1962-65 年)、つまり漁業の全盛期には中、高緯度海域へ関心が移行し、第 III 期 (1966 年以後)、つま

り漁業の後退期には南半球の高緯度海域がとくに注目された。過去13年間の大西洋の漁業史を通じての顕著な特長として漁獲努力量は年々新しい漁場へ振り向けられていったことを指摘しておく。

以上、漁業者が特定海域に対して示す年々の関心の度合いの指向方向を I_{ik} であらわしてみた。ここで I_{ik} の分布 (App. Fig. 2) と努力量 (h_{ik}) そのものの分布 (App. Fig. 1) とを比較してみると、大西洋漁場の開拓期をのぞけば仮に同じ年であっても、2つの値の分布のパターンにはかなりの差がみとめられる。また Fig. 2 の1および2に示したように特定の海域 (5° — 25° S, 50° — 20° W の海域および 10° N— 5° S, 10° W— 15° E の海域) をとりあげ年々の投下努力量 (h_{ik}) と、漁業者の関心度 (P_{ik}) の経年変化を、1968年を夫々1とした指数でみると、 P_{ik} と h_{ik} とは非常にことなつた年変化を示している。たとえば Fig. 2-2 の 5° — 25° S, 50° — 20° W の海域についてみると、この海域に対する漁業者の関心度 (P_{ik}) は年々小さくなっていったことを示唆しているのに対して釣数からみると、この海域についての漁業者の関心度はすくなくとも1966年までいちどしく高かつたことになる。このように投下努力量の総量の年変化が著しく大きい場合には、投下努力量の増減で漁業者の関心度をあらわさず P_{ik} を用いる方が目的に適っているように思われる。そしてとくに関心度の歴史的変化を検討したい場合には、漁場に投下された努力量の年変動の影響を除去した P_{ik} を用いるのが好都合である。このようにしてみると、漁業者の漁場に対する関心の動きを P_{ik} や I_{ik} の変化であらわそうという所期の試みは一応効果があつたと考える。

3. 特定魚種に対する漁獲努力の指向性

まぐろはえなわ漁業は同一の漁具で同時に数種のマグロ・カジキ類を漁獲の対象としている。このため漁獲努力量がどの魚種への程度撰択的に投下されたかを知るためには、特定魚種に対する漁獲努力の有効度 (例えば田中 1957, 1960) を魚種ごとにもとめてそれを判断の基準にすると便利である。この漁獲努力の有効度 (ϵ) は有効漁獲努力量 (\tilde{X}) の総漁獲努力量 (X) に対する比であらわされている。

$$\epsilon = \frac{\tilde{X}}{X} \dots\dots\dots(4)$$

そこで、まず有効漁獲努力量をもとめる必要があるが、ここで用いた算出方法は須田・久米 (1967) の用いた方法を一部分修正したものである。須田・久米 (1967) は年々の有効漁獲努力量 (f) をもとめるにあつて、(i) 資料を取り扱う海域のひろがりをも毎年固定し、(ii) かつ単位海区をほぼ等面積と仮定した上で、各単位海区に投下された釣数と、その単位海区における単位努力の有効度指数の積の和をもとめるという方法をとっている。

本報でも資料を取り扱う海域のひろがりをも固定する。ここでいう大西洋のインド洋との境は 20° E, 太平洋との境は南北アメリカ大陸である。また、ここで用いた単位海区は上述の大西洋域を経緯度5度柵目に分割したもので、個々の単位海区の面積は、赤道を基準とした緯度 5° ごとの面積指数 (Table 1) を乗ずることによって補正してある。さらに単位海区内に投下された単位努力量の有効度指数は魚群密度の季節変化を考慮して四半期ごとにもとめている。このため年々の有効漁獲努力量 (f) は、まず、四半期ごとに各単位海区へ投下された釣数 (h_{ij}) と、それぞれの四半期にもとめたその単位海区の有効度指数 (r_{ij}) との積の和をもとめ、その値を第I四半期から第VI四半期にわたって同じ比重で加え合せてもとめている。

これは stock 全体としてみれば魚群分布に季節変化はあるにしても、はえなわ漁具に対する魚群の availability には季節変化が全くないことを前提としている。この計算過程は(5)式および(6)式で示される。

$$r_{ij} = \frac{\frac{1}{l_{ij}} \sum_{k=1}^{l_{ij}} \frac{100 \cdot C_{ijk}}{h_{ijk}}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{l_{ij}} \sum_{k=1}^{l_{ij}} \frac{100 \cdot C_{ijk}}{h_{ijk}} \cdot A_i \right)} \cdot A_i \dots\dots\dots(5)$$

Table 1. Factors for correcting the difference in areas as latitude proceeds.

Unit area	Correcting of factors
45—50 N	0.6756
40—45 N	0.7373
35—40 N	0.7934
30—35 N	0.8434
25—30 N	0.8870
20—25 N	0.9239
15—20 N	0.9537
10—15 N	0.9763
5—10 N	0.9914
0— 5 N	0.9990
0— 5 S	0.9990
5—10 S	0.9914
10—15 S	0.9763
15—20 S	0.9537
20—25 S	0.9239
25—30 S	0.8870
30—35 S	0.8434
35—40 S	0.7934
40—45 S	0.7373

h_{ijk} k 年, j 番四半期, i 番単位海区に投下された釣数

C_{ijk} k 年, j 番四半期, i 番単位海区からの漁獲尾数

l_{ij} j 番四半期, i 番単位海区において資料の得られた年の個数

A_i i 番単位海区ごとの面積指数

n単位海区数

$$f = \sum_{j=1}^4 \sum_{i=1}^n f_{ij} = \sum_{j=1}^4 \sum_{i=1}^n r_{ij} \cdot h_{ij} \dots\dots (6)$$

i単位海区

n単位海区数

j四半期

h_{ij} i 番単位海区, j 番四半期に投下された釣数

r_{ij} i 番単位海区, j 番四半期における単位努力の有効度指数

f_{ij} i 番単位海区, j 番四半期の有効釣数

単位海区における単位努力の有効度指数 (r_{ij}) は(5)式によって毎年計算し直すべきものであるが、漁業が魚群の分布

域全体をカバーしていない時代には r_{ij} の計算はすゝめようがない。このためここでも須田・久米(1967)が行ったように年々の魚群の分布の型には年による大きな変化はなかったと仮定し、漁場が十分に拡大した1962—66年の間の5ヶ年間の平均による r_{ij} を計算し、その値をそのまま1961年以前および1967年以後の i 番単位海区, j 番四半期にも共通する r_{ij} とみなした。これを(6)式の r_{ij} 項に代入し、 h_{ij} についてのみ夫々の年の統計量を用いて年々の有効漁獲努力量を計算している。このような計算方法をとったので、1962—66年以外の年には漁獲努力の投下がありながら、1962—66年の間には操業が行われなかったために r_{ij} の計算ができない単位海区が僅かではあるが出てくる。それらの単位海区の r_{ij} についてはその単位海区の周辺の r_{ij} の値を平均してきめているが、それでもきめられない単位海区がある。その場合には資料の得られた年の魚群量指数 ($100 \cdot C_{ij} / h_{ij} \cdot A_i$) と(5)式の分母との比をもとめてそれをあらためて r_{ij} としている。

四半期ごとの単位海区における単位努力の有効度指数 (r_{ij}) の海域分布を魚種別に示すと、App. Fig. 3のa-1からc-4のようになる。単位海区ごとの有効度指数は(5)式に示されているように全漁場についての平均魚群量指数と個々の単位海区の魚群量指数との比である。単位海区間の面積の差を無視するならば $r_{ij} > 1$ の単位海区では、その魚種の全海区を通しての平均密度より魚群密度が高いことになる。見方をかえれば $r_{ij} > 1$ になるような単位海区はその魚種の効率的な漁場を示しているとみてよい。

キハダとビンナガについて夫々の有効度指数が1より大きい単位海区、換言すれば夫々の魚種の主要漁場の出現状態をみると、前者ではそれが赤道に近い低緯度海域に集中し、後者では中、高緯度海域にかたよっていて、両者の分布はほとんど重なり合うことがない。したがって、両者に対する年々の漁獲努力の有効度を比較してみると明瞭な相反的な関係がみとめられる。(Fig. 3)

メバチではキハダとビンナガの中間的な特長がみとめられる。このためキハダとメバチ又は、ビンナガとメバチが同時に効率よく“まびかれる”ことはあっても、ビンナガとキハダが同時に有効に“まびかれる”ことはほとんどない。Table 2の1および2にキハダ、ビンナガおよびメバチに投下された年々の有効漁獲努力量

ならびに漁獲努力の有効度を示す。後者については Fig. 4 にも示してある。

漁獲努力の有効度 (ϵ) はすでに述べたように全有効漁獲努力量の実際に投下された漁獲努力量の総量に対する比である。したがって、ある魚種について漁獲努力の有効度が1より大きければ漁獲努力量はそれだけそ

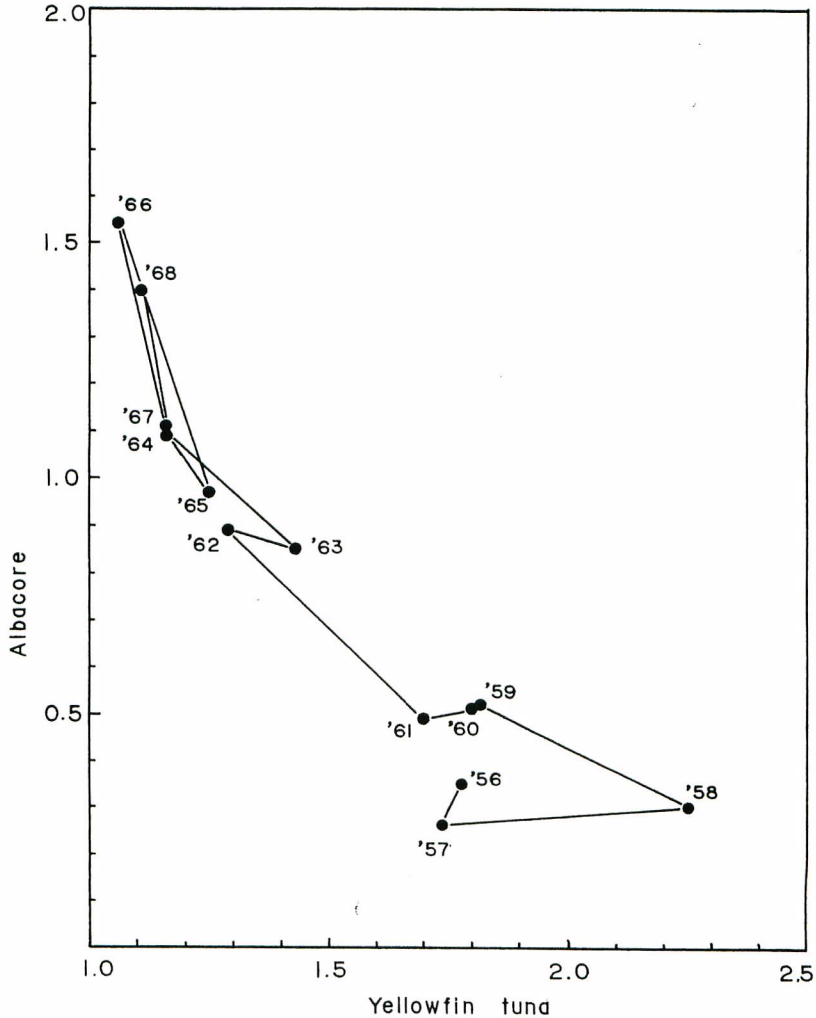


Fig. 3. Relation between the effective rate of effort of albacore and that of yellowfin, as calculated for the whole Atlantic.

の魚種の分布密度の高い海域へ効率よく投下されたことになる。Table 2-2 および Fig. 4 によればキハダに投下された漁獲努力の有効度は開拓期の1961年以前には1.7以上と顕著に高かったが、その後は年々著しく低下し、1966年以後には1.1前後の値になっている。一方、ビンナガに対する漁獲努力の有効度はキハダとは逆に1961年以前では0.52以下の値で顕著に低かったが、1962年以後は年々増大して1964年に1.09に達している。そして、その後もさらに増大傾向を続け、1966年以後にはキハダに対する有効度を大巾に上回る年もあらわれている。また、メバチに対する漁獲努力の有効度をみると、1956—60年にかけては $1 > \epsilon$ で低かったが、1961—66年の間では年々かなり大きく変動しつつもその平均値はほぼ1に近い値となっている。これらの点はすでに1968年8月マイアミでひらかれたFAOのマグロ資源評価専門家グループの会合の報告書

(FAO 1968)でも指摘されている。漁獲努力の有効度(ϵ)の経年変化を漁業の発展過程に合わせてみると、1)第I期の総漁獲努力量の漸増期(1955-61年)では、キハダに対する漁獲努力の有効度がいちじるしく高く2.25-1.70の間の水準にあるが、逆にビンナガに対するそれは0.26-0.52と極端に低い。メバチに対する

Table 2-1. The effective number of hooks by species and by year.

* Unit 10^4

Year	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968
Yellowfin	23	589	1,798	2,792	3,740	4,538	7,109	7,855	9,820	12,160	5,730	3,620	3,354
Albacore	5	87	240	791	1,066	1,309	4,872	4,697	9,226	9,456	8,270	3,445	4,234
Bigeye	10	273	675	1,302	1,905	3,374	6,383	5,302	6,805	12,204	5,113	3,373	3,366

Table 2-2. The effective rate of effort by tuna species, as calculated for the whole Atlantic.

Year	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968
Yellowfin	1.78	1.74	2.25	1.82	1.80	1.70	1.29	1.43	1.16	1.25	1.06	1.16	1.11
Albacore	0.35	0.26	0.30	0.52	0.51	0.49	0.89	0.85	1.09	0.97	1.54	1.11	1.40
Bigeye	0.74	0.81	0.84	0.85	0.92	1.27	1.16	0.96	0.80	1.25	0.95	1.08	1.11

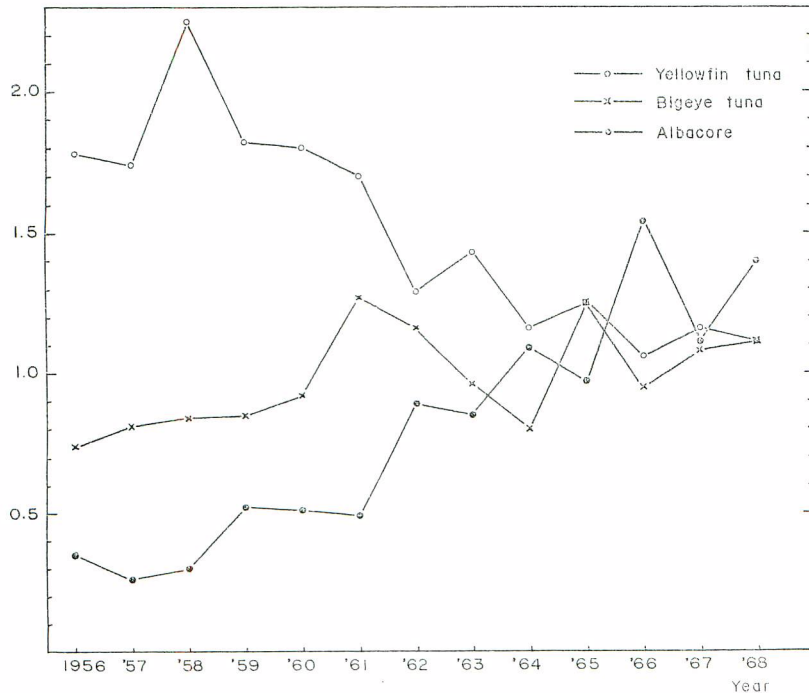


Fig. 1. Annual changes in the effective rate of effort by tuna species, as calculated for the whole Atlantic.

それも1956—60年では0.74—0.92と1より低い。したがって、この期間の漁獲努力量はキハダへ集中して投下されていたことになる。

2) 第Ⅱ期の総漁獲努力量の急増期(1962—65年)では、キハダに対する有効度が1961年の1.70から1962年の1.29へと低下すると共に、その後においても引き続いて上下しながら1965年の1.25まで低下している。この反面ビンナガに対するそれは1961年の0.49から1962年の0.89へと高くなり、キハダでみられた有効度の顕著な低下とは著しく対照的な変化をみせた。メバチに対する有効度は1961年の1.27から再び低下して1964年の0.80まで下ったが、1965年において再び1.25へと高くなっている。したがって、この期間では漁獲努力量がキハダの分布密度の高い海域からビンナガの分布密度の高い海域へ漸次移行する傾向がよくなってきたといえる。

3) 第Ⅲ期の総漁獲努力量の減少期(1966年以後)には、キハダに対する漁獲努力の有効度が1965年の1.25からさらに一段と低下して1.1前後になったのに対して、ビンナガに対するそれは1966年と1968年にみられるようにキハダより高くなっている。また、メバチに対するそれは1.0ぐらいのところを上下する傾向を示している。したがって、この期間の漁獲努力量は大勢としては各魚種にまんべんなく投下されたが、どちらかといえばビンナガの方がより重要な漁獲対象であった。

4. 要 約

まぐろはえなわ漁業によって投下される漁獲努力の年々の変動を量的な側面からだけではなく、質的な変化とむすびつけてとらえようとするのがこの研究のねらいである。そのため、特定海域に対する漁獲努力の関心度の指向性(式3)と漁獲努力の魚種別有効度(式4)を計算してその年々の変動を検討してみた。

1) 漁業者の特定漁場に対する関心度(P_{ik})の指向性を検討するために、 I_{ik} をもとめてそれを海図上にプロットした結果によれば、年々の漁場の周辺に位置する新しい海域で高い値が観察され、漁業者の関心が新漁場の開発に向けられていった過程がよくあらわされる。また、漁獲努力量(漁数)そのものの海域分布(App. Fig. 1の1-4)と、 I_{ik} の海域分布(App. Fig. 2-3, 6, 10, 13)を比べてみると、後者の方が漁業者の特定漁場に対して示す関心の度合を時間的にどう変化していったかを検討するのに好都合であるように思われる。したがって、努力量の特定漁場に対する指向性に関して何んらかの情報をひき出そうとする所期の目的は I_{ik} を用いることによって一応達せられたように思う。

2) 各魚種に対する漁獲努力の有効度(ϵ)をもとめてみたが、その結果によれば、開拓初期には漁獲努力は徹底してキハダに集中していた。その後の努力量は段階的に、それ以前にはもっとも関心のひきかったビンナガへと移行している。この傾向は第Ⅲ期の総漁獲努力量の減少期(1966年以後)にもうけつがれ、その結果、漁獲努力は多少ビンナガに集中する傾向をみせつつも、キハダ、メバチ等の魚種へもほぼまんべんなく分散するようになった。

3) 単位海区における単位努力の有効度指数($r_{i,j}$)が1より大きい値を示す単位海区を夫々の魚種の主要漁場とみなすと、キハダのそれは赤道を中心とした海域にあり、ビンナガではキハダの海域の極側にキハダとほとんど重ならない形で分布している。メバチの主要漁場はキハダとビンナガの海域に重なっている。したがって、ビンナガとメバチ又は、メバチとキハダを同時に有効に“まびく”ことはあっても、ビンナガとキハダを同時に有効に“まびく”ことはほとんどない。

5. 今後の問題点

特定海域に対する漁獲努力の指向性についてはこれまでどの漁業においても十分にその測定方法が開発されているとはいえない。とくに、本報告で用いたまぐろはえなわ漁業の漁獲努力の特定海域に対する関心度(P_{ik})は総漁獲努力量をもとにもとめられている。このため、 P_{ik} にはマグロ類の漁業生物学的な特性——とくに魚群分布——や、漁業の特性——例えば、漁業者の経営規模、漁船の性能および操業形態等——や、経済

社会的な動向等が複雑に影響している。したがって、漁獲努力の質的变化についてはつぎのステップとして、 P_{ik} をいろいろの階層ごとにみてゆく必要がある。

この報告における P_{ik} および I_{ik} と ϵ をもとめる過程での問題点をあげるとつぎのようになる。

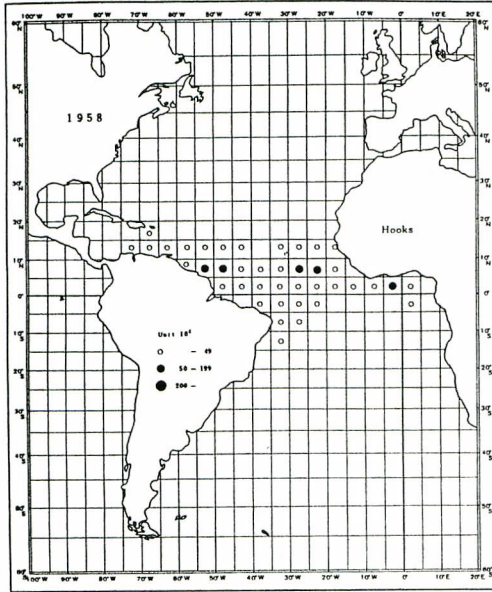
1) 特定海域に対して漁業者の示す関心の度合いの指向方向を P_{ik} または I_{ik} で示した。この報告では、 I_{ik} は漁獲努力量が全海域に及んだ 1962—66 年の間の P_{ik} の平均値 (\bar{P}_i) に対する年々の P_{ik} の百分率であらわされている。ところで、 I_{ik} の値は \bar{P}_i の年次のとり方によってかなり変化する。例えば、基準とする期間を、日本のまぐろはえなわ漁船が輸出を目的にまぐろ缶詰用の原料魚を主として漁獲の対象としていた期間にとる場合と、近年のように国内経済の高度成長によって“さしみ用”高級魚の消費がのび、漁船もこのような“さしみ”対象魚を主として漁獲するようになった期間にとる場合とでは、 I_{ik} の値の海域分布の様相はかなり異なることが期待される。このように基準期間を変えることによって得られる I_{ik} の特有のパターンを通して、漁業の歴史を異った角度から眺めることができる。

2) 漁獲努力の有効度 (ϵ) をもとめる過程で有効漁獲努力量 (f) が計算される。この有効漁獲努力量はここでは 2 つの前提をおいてもとめられている。その 1 つは、はえなわ漁具に対する魚群の availability に季節変化がないとしていることである。第 2 には、魚群分布の型は年によって変化しないという前提である。これら 2 つの前提は十分に吟味されていないので、仮に困難はあるにしても今後も検討を重ねる必要がある。

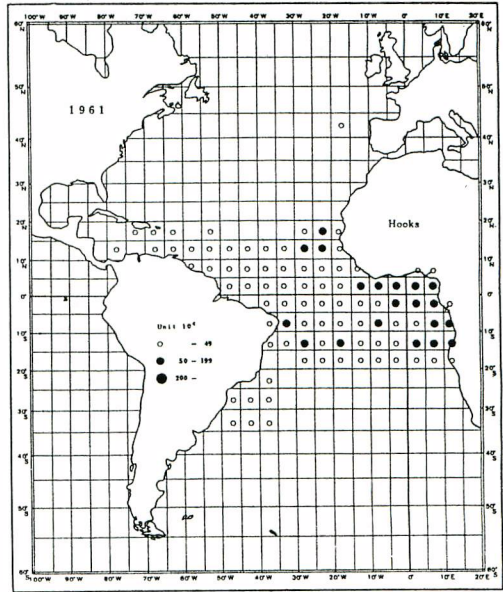
文 献

- 1) CALKINS, T. P. 1961: Measures of population density and concentration of fishing effort for yellowfin and skipjack tuna in the eastern tropical Pacific Ocean, 1951-1959 (in English and Spanish). Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., 6(3): 69-152.
- 2) CALKINS, T. P. 1963: An examination of fluctuations in the "concentration index" of purse-seiners and baitboats in the fishery for tropical tunas in the eastern Pacific, 1951-1961 (in English and Spanish). Ibid., 8(5): 257-316.
- 3) 千葉県漁業指導船運営事務所, 1956: ヴェネズエラにおけるまぐろ延縄漁業試験調査報告書。
- 4) FAO, 1968: Report of the meeting of a group of experts on tuna stock assessment. FAO Fisheries Reports, No. 61, miami, U. S. A., 12-16 August, 1968.
- 5) 神奈川県水産試験場, 1958: 大西洋まぐろ漁場調査報告書。
- 6) 塩浜利夫・明神方子・坂本久雄, 1965: 大西洋における既往の延縄操業資料とこれに関する二、三の考察, 南海区水研報告, (21)。
- 7) 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, 南海区水研報告, (25)。
- 8) 水産庁, 1958: 東光丸による中南米漁場調査報告。
- 9) 水産庁調査研究部, 1966-70: まぐろはえなわ漁業漁場別統計調査結果報告 (1963-68)。
- 10) 水産庁生産部海洋第二課, 1959: 北大西洋まぐろ漁場開発調査並びに欧州, 中近東, 東南アジア水産市場調査報告書。
- 11) 水産庁生産部海洋第二課, 1960: カリブ海西部大西洋及び濠洲南方海域まぐろ漁場開発調査並びに寄港各国漁業基地等調査報告書。
- 12) 水産庁生産部海洋第二課, 1961: 調査船照洋丸報告書(アフリカ西岸及び北西部沖合の大西洋における海上調査同沿岸寄港地等の陸上調査並びに航海報告書)。
- 13) 田中昌一, 1957: 資源量の相対指数と有効漁獲努力量, 東海区水研報告, (17)。
- 14) 田中昌一, 1960: 水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理, 東海区水研報告, (28)。

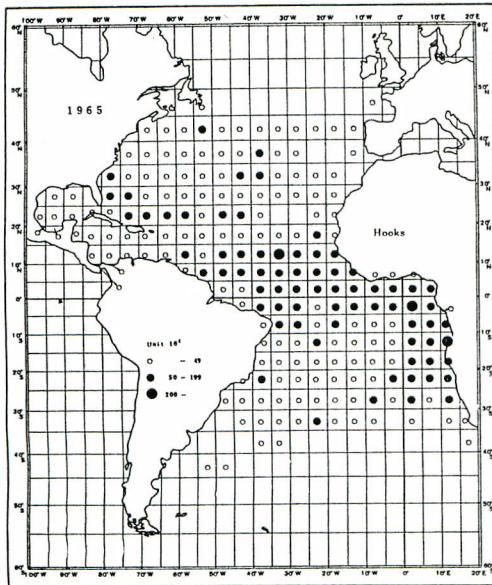
App. fig. 1. Distribution of the longline fishing effort invested in the Atlantic Ocean.



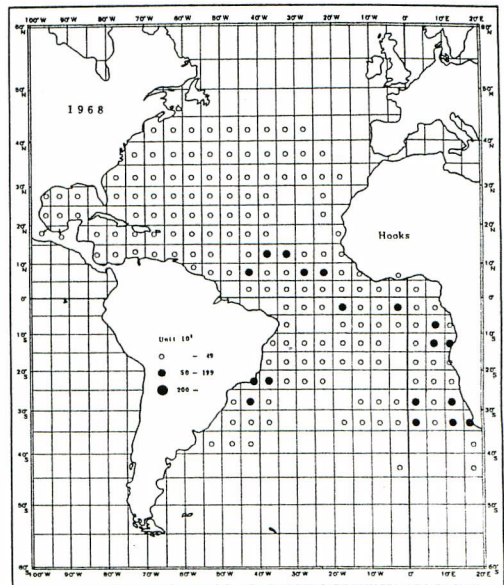
App. fig. 1-1. 1958



App. fig. 1-2. 1961

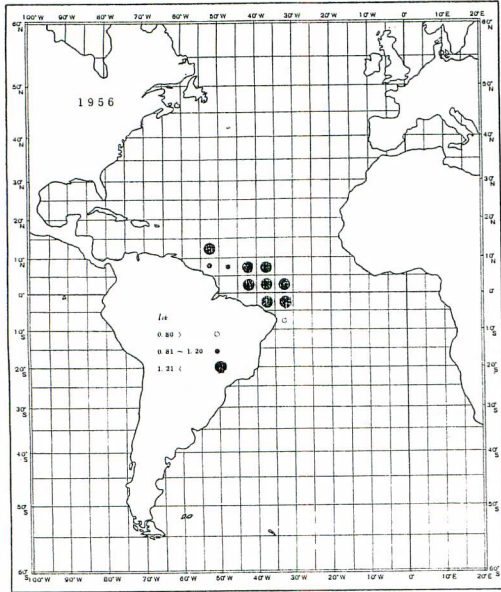


App. fig. 1-3. 1965

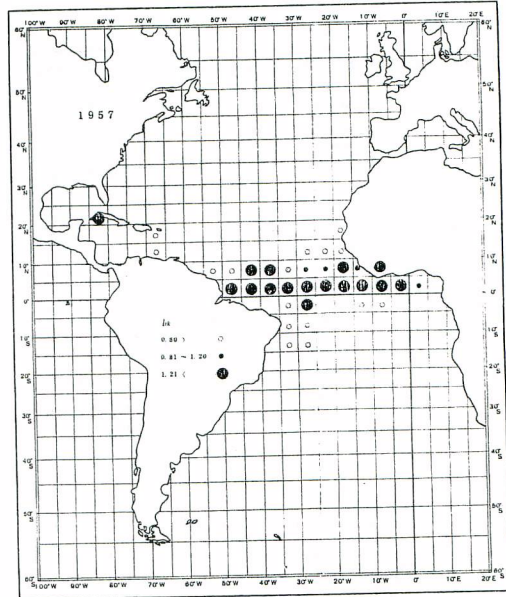


App. fig. 1-4. 1968

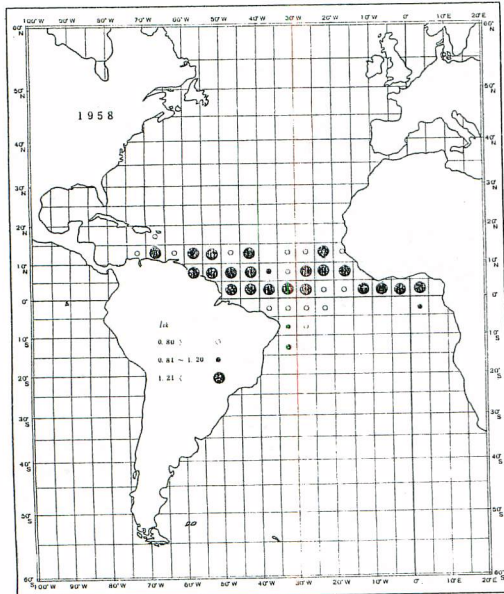
App. fig. 2 Distribution of the index of interest in the fishing effort (I_{ik}) for unit areas.



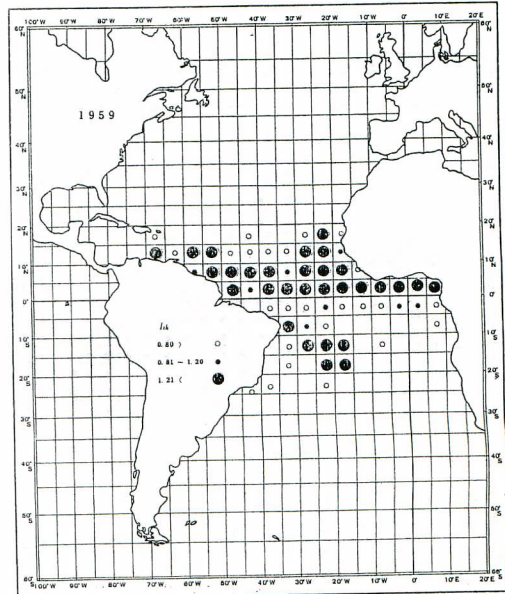
App. fig. 2-1. 1956



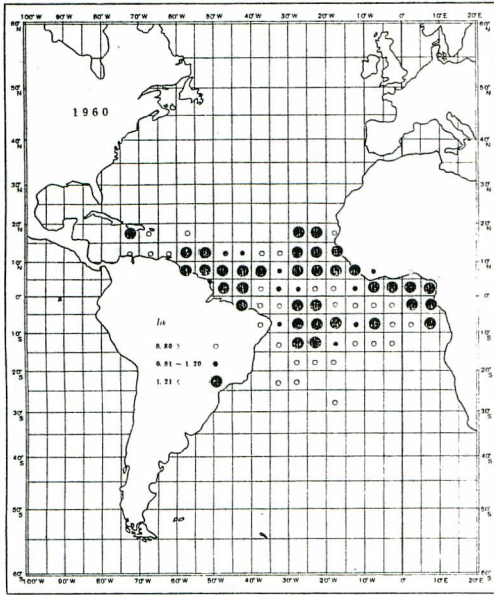
App. fig. 2-2. 1957



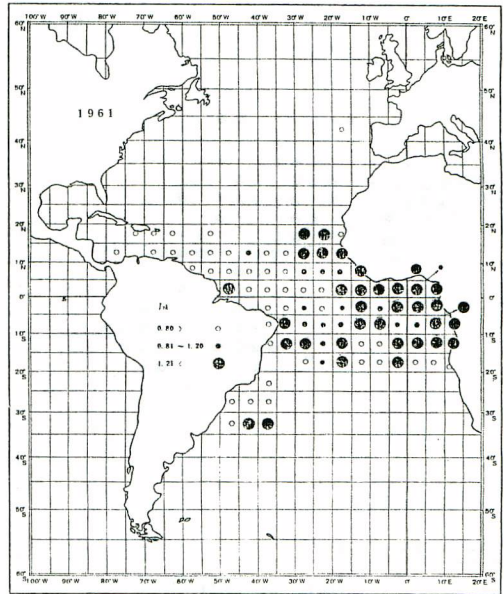
App. fig. 2-3. 1958



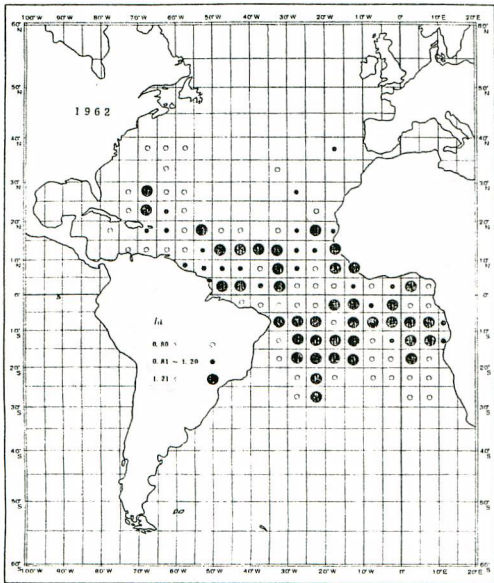
App. fig. 2-4. 1959



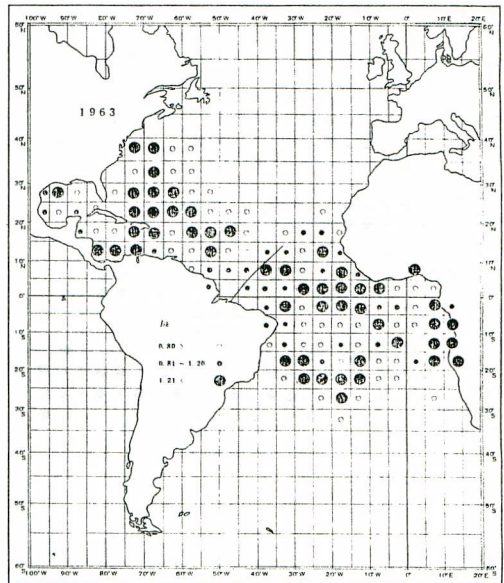
App. fig. 2-5. 1960



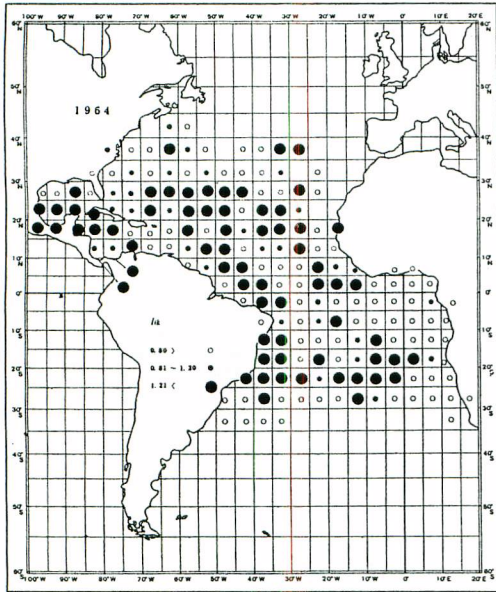
App. fig. 2-6. 1961



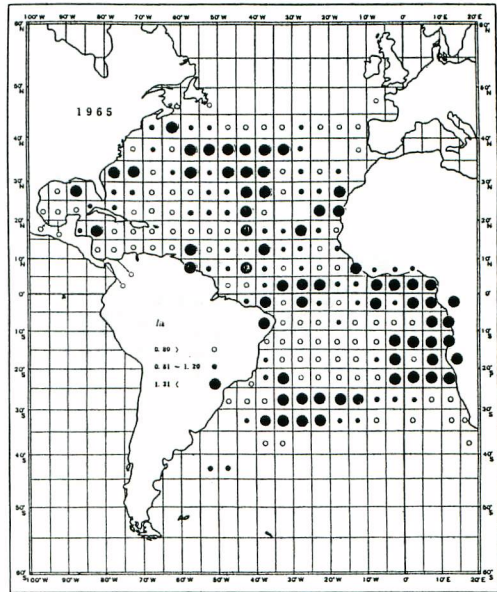
App. fig. 2-7. 1962



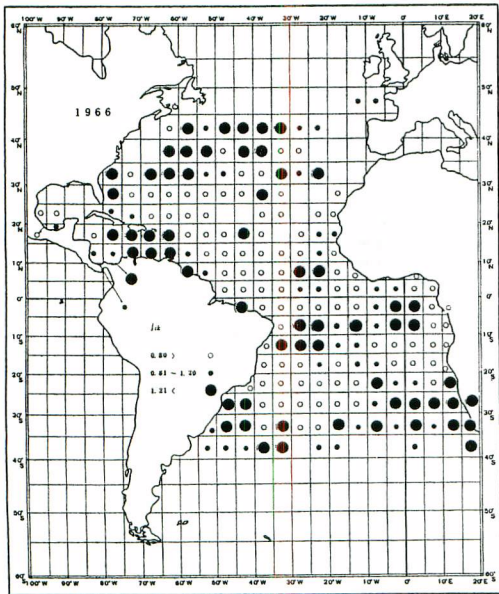
App. fig. 2-8. 1963



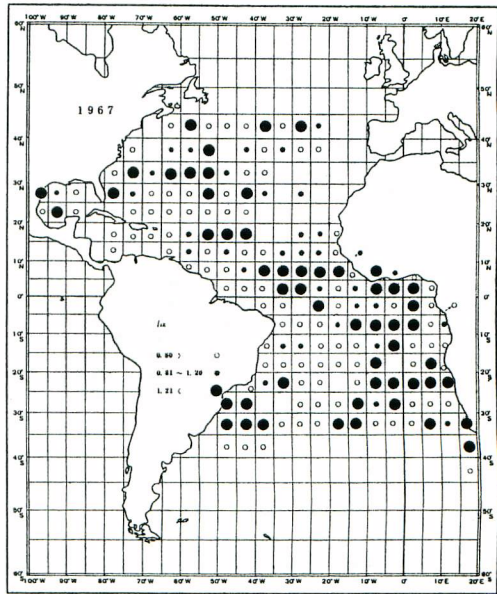
App. fig. 2-9 1964



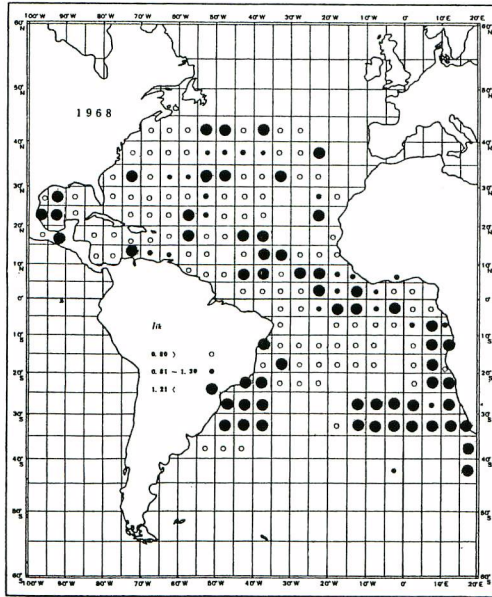
App. fig. 2-10. 1965



App. fig. 2-11. 1966

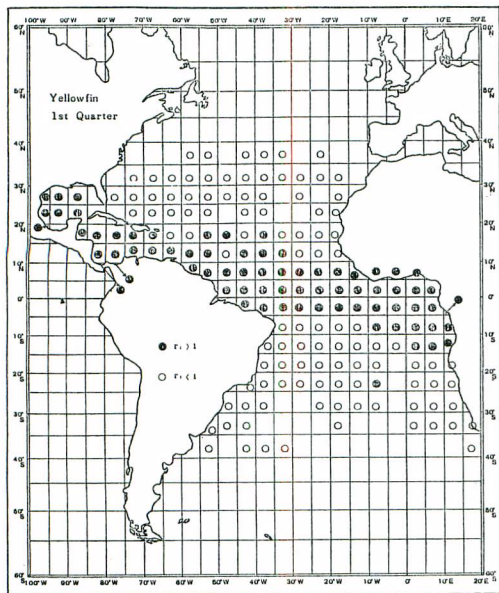


App. fig. 2-12. 1967

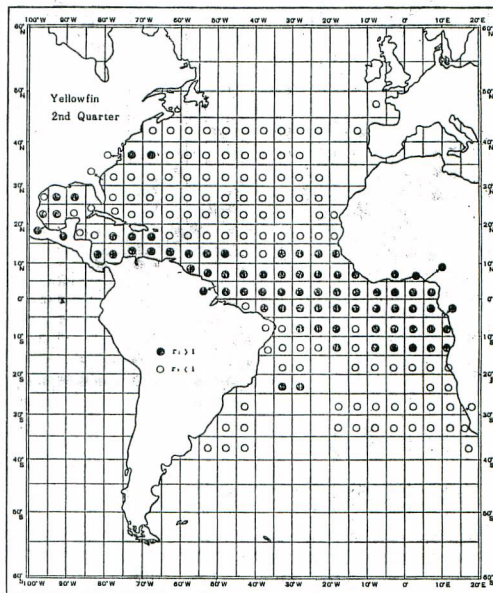


App. fig. 2-13. 1968

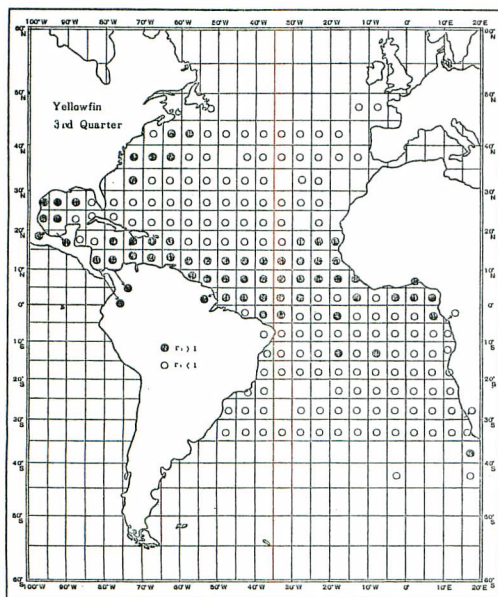
App. fig. 3. Distribution of the effective rate of effort by tuna species,
as calculated for each unit area.



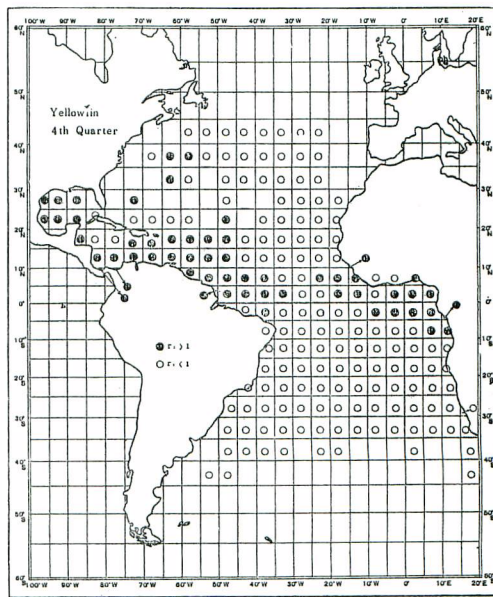
App. fig. 3-1. Yellowfin (1st Quarter)



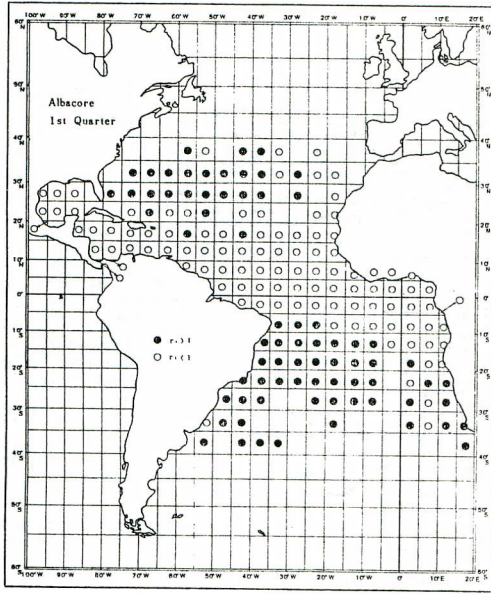
App. fig. 3-2. Yellowfin (2nd Quarter)



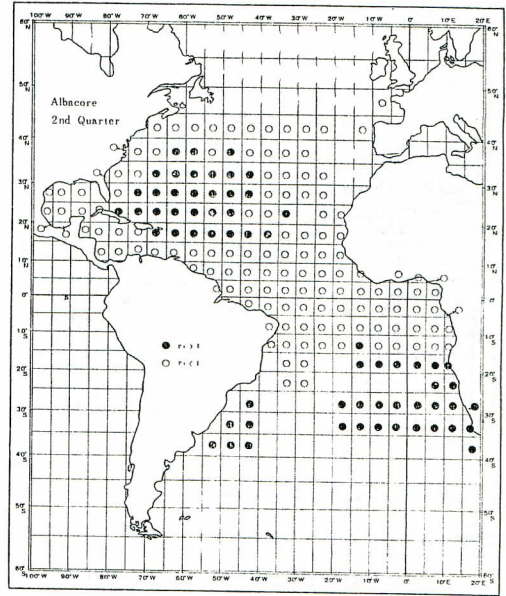
App. fig. 3-3. Yellowfin (3rd Quarter)



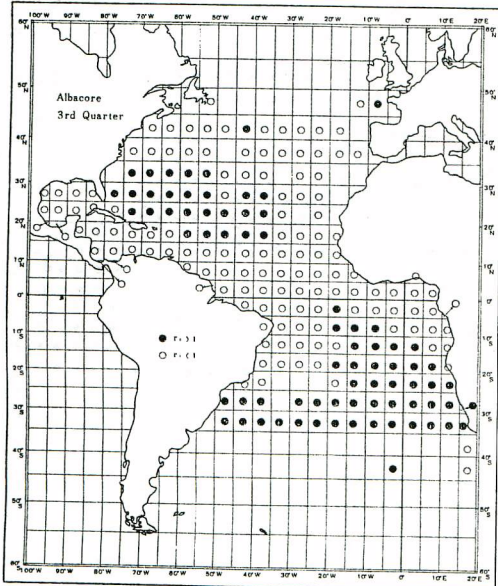
App. fig. 3-4. Yellowfin (4th Quarter)



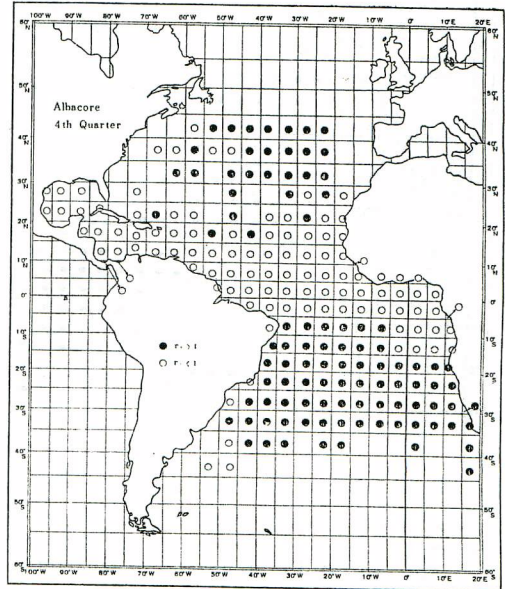
App. fig. 3-5. Albacore (1st Quarter)



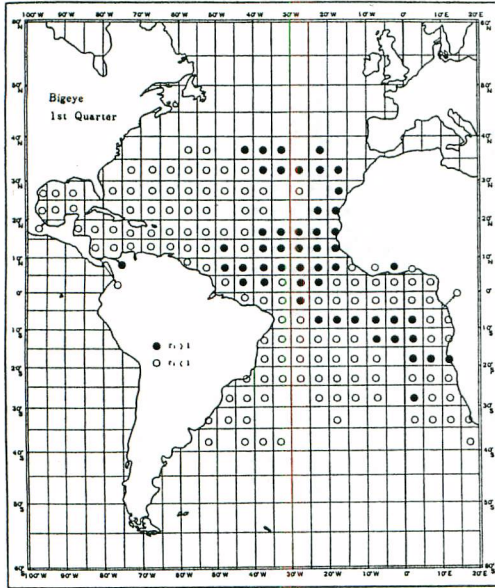
App. fig. 3-6. Albacore (2nd Quarter)



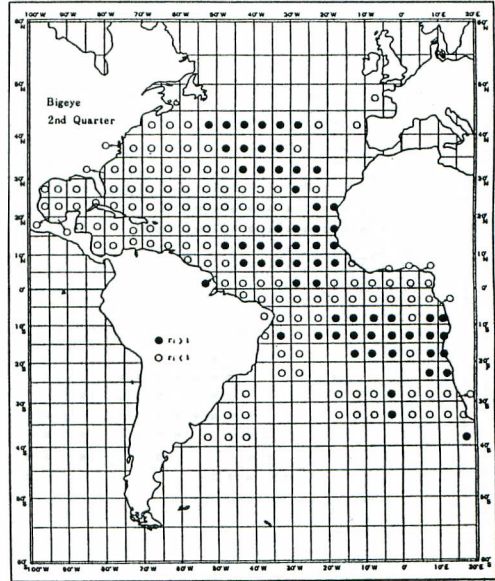
App. fig. 3-7. Albacore (3rd Quarter)



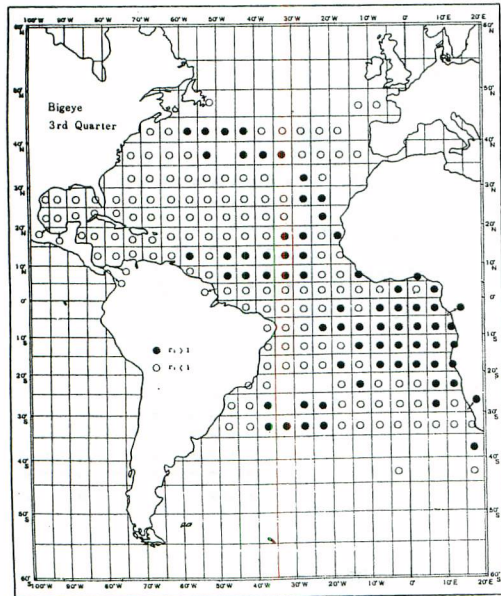
App. fig. 3-8. Albacore (4th Quarter)



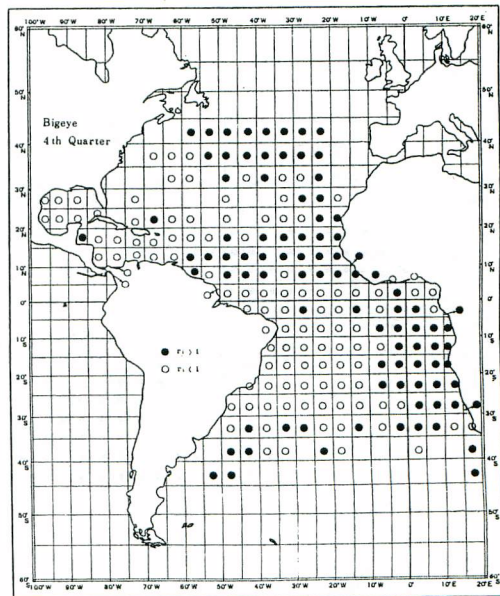
App. fig. 3-9. Bigeye (1st Quarter)



App. fig. 3-10. Bigeye (2nd Quarter)



App. fig. 3-11. Bigeye (3rd Quarter)



App. fig. 3-12. Bigeye (4th Quarter)

App. table 1-1. Corrected figures for the statistical tables already published by Shiohama et al. 1965 and Fisheries Agency 1965 and 1966.

Year-Month	5° square		Hooks	Bluefin	Albacore	Bigeye	Yellowfin	Swordfish	White marlin	Blue marlin	Black marlin	Other marlins	Skipjack
	Longitude	Latitude											
1961-11	40-35W	30-35 S	9,800		245	811		7					
1962-1	25-20W	15-20 S	20,150		761	7	71	11	60	344		483	
3	0-5 E	0-5 N	135,595	3	1,129	194	5,268	39	2	36		102	
4	0-5 E	0-5 S	25,021		90	65	630	23		33		25	
	0-5 E	0-5 N	360,760		1,067	560	14,702	123	1	240	1	498	
	5-10 E	0-5 S	14,035		107	6	327	6		6			
	5-10 E	0-5 N	24,656		102	36	674	13	1	11		20	
	5-0W	0-5 N	128,080	5	760	340	6,178	85	1	118		335	
5	30-25W	5-10N	134,139	78	152	799	3,182	95	322	111		37	
	25-20W	5-10N	160,350	84	127	1,198	4,321	102	122	141	7	90	
	25-20W	10-15N	395,250	124	80	9,288	4,358	106	121	85		19	
	20-15W	10-15N	474,572	104	24	12,046	7,009	90	63	85	29	231	
6	30-25W	0-5 N	46,600	1	173	151	1,319	35	69	34		136	
	30-25W	5-10N	179,155	2	664	844	6,291	136	60	90		212	
	25-20W	5-10N	143,370	63	239	1,541	2,854	39	7	74		263	
	25-20W	10-15N	96,990	1	9	570	1,432	24	19	29		66	
	20-15W	10-15N	66,395	8	1	172	942	18	1	14		136	
7	35-30W	10-15N	228,340	2	350	4,819	5,815	67	107	108		59	
	30-25W	10-15N	145,485		6	1,550	2,417	35	28	60	2	46	
	25-20W	10-15N	18,815			79	353	3	3	4		18	
	25-20W	15-20N	4,125		23	64	29	3				9	
	20-15W	15-20N	2,375			2	40						
1963-1	30-25W	15-20 S	51,530		2,011	12	89	19	356	621		47	
	30-25W	10-15 S	179,395		8,814	67	215	75	300	666		267	14
2	30-25W	15-20 S	221,604	117	4,550	61	309	135	367	1,749	11	202	5
	25-20W	10-15 S	9,140		320	11	10		17	35		4	
	25-20W	5-10 S	26,510		1,268	142	32	40	142	60		23	
	20-15W	5-10 S	32,248		879	480	50	31	76	75		51	

まぐろはえなわ漁業の漁獲努力の質的变化を測定することろみ

App. table 1-2. Areas in which the data were deleted from the statistical tables already published Shiohama et al. 1965 and Fisheries Agency 1965 and 1966.

Year-Month	Longitude	Latitude	Year-Month	Longitude	Latitude		
1961 — 4	40—35W	25—30 S	1962 — 3	40—35W	30—35 S		
	40—35W	20—25 S		40—35W	25—30 S		
	35—30W	25—30 S		40—35W	20—25 S		
	5	40—35W		25—30 S	35—30W	25—30 S	
		40—35W		20—25 S	5	45—40W	20—25 S
	6	40—35W		25—30 S		40—35W	25—30 S
		7		40—35W	25—30 S	40—35W	20—25 S
	8			40—35W	20—25 S	6	40—35W
		35—30W		25—30 S	40—35W		20—25 S
	10	45—40W		30—35 S	1963 — 1	15—10W	10—15 N
40—35W		30—35 S	30—25W	10—15 N			
11	40—35W	25—30 S	30—25W	15—20 N			
	1962 — 1	25—20W	15—20 N	2		30—25W	15—20 N
40—35W		25—30 S	25—20W			5—10 N	
3		0—5 E	5—10 N			25—20W	10—15 N
		45—40W	30—35 S			20—15W	5—10 N

App. table 2. Corrected raising rates for estimating total numbers.

Year	Type of operation	Estimated total number of trips	Number of trips sampled	Raising rate for estimates of total numbers
1961	Independent boats in the Atlantic Ocean	258	200	1.29
1962	Independent boats in the Atlantic Ocean	305+25*	191	1.73

Data from Shiohama et al. 1965

* Number of fishing trips by vessels with deck-loaded catcher boats.