

大西洋におけるキハダ個体群の構造*

本間 操・久田 幸一

(遠洋水産研究所)

Structure of yellowfin tuna population in the Atlantic Ocean

Misao HONMA and Koichi HISADA

(Far Seas Fisheries Research Laboratory)

Synopsis

Recent development of tuna fisheries in the Atlantic Ocean has provided information necessary to advance studies of the structure of yellowfin tuna population. Examination of literatures on tuna populations shows it the most convenient in this kind of investigation to deduce possible migratory routes of the fish in connection with developmental and maturation stages through compilation of catch statistics, and then to check validity of the hypothetical routes by more sophisticated but laborious techniques. The present study forms the initial part, based on catch records of two major fisheries, the longline covering the almost whole Atlantic Ocean, and pole-and-line and purse seine in the Gulf of Guinea and adjacent waters.

The body length and gonad index data showed that the longline catch mainly reflects distribution and abundance of the adults at the "feeding phase" (Figs. 2, 3 and 5). The fishery also exploits the immatures, especially in the waters adjacent to the continent (Fig. 3). On the other hand, mainly represented in the surface catch are the youngs and immatures, and at sometimes, the feeding adults.

The adults in the longline fishery are concentrated in the South Equatorial Current and adjacent waters (Figs. 6 and 7). The immatures appear more frequently in the equatorial western Atlantic (Figs. 3 and 4). It is also noted that the fish in the temperate waters are larger in body length than those in the equatorial waters (Figs. 3 and 4). Remarkable seasonal change of highly concentrated areas appear in the major distribution range in the equatorial waters (Fig. 8). In the northern winter, high hook rates occur in two distinct areas, the one in the Gulf of Guinea and the other in the waters extending between the Gulf of Mexico and northeast of Brazil. In spring and summer the eastern concentration shifts westward, and eventually joins to the western concentration. The western concentration expands not only toward the open sea but also toward the waters off the Cape Hatteras over the Caribbean Sea in the summer. High hook rates found enmasse in summer is separated through autumn into the two areas. The eastern area shifts toward the Gulf of Guinea, and the western area shrinks into the Caribbean Sea, Gulf of Mexico and waters off northern Brazil. The above seasonal change of distribution pattern implies that there are at least two adult groups exploited by the longline fishery through the feeding phase, and that the two groups are separated in the northern winter but intermingle each other in the northern summer (Fig. 10).

Examination of the catch records of surface fisheries suggests that the densely distributed

* 1970年12月1日受理. 遠洋水産研究所業績第44号

area shifts gradually southward during June through April, and rapidly northward during May and June together with the 24°C front of surface temperature. It is very likely that young and immature yellowfin tuna remain in the Gulf of Guinea and the adjacent waters throughout the year.

Plankton net collection indicates that juvenile yellowfin tuna are widely distributed over the tropical zone and the western part of the temperate zone, where the warm currents are prevailing (Fig. 14). Probably yellowfin tuna spawn in a wide range of the ocean throughout the year. It is impossible to conclude that different local groups distinguished as such are genetically isolated from each other.

All the information indicates presence of eastern and western groups at exploitable stages; the former is distributed in the area adjacent to the Gulf of Guinea, and the latter between north of Brazil and off Cape Hatteras (Fig. 15). They are well separated in the northern winter, but seem to join with each other in the summer.

Only a little information is obtained in regard to the degree of mixture of the groups as well as the large sized fish inhabiting the temperate zone. Recommended for advancement of studies in the field are such researches as morphometric survey, serological approach and tagging experiment.

目 次

はしがき

I. 資料と方法

II. はえなわ漁業の対象ストック

1. 漁獲物の生物学的特性

1-1. 体長組成

1-2. 生殖腺指数

2. 資源量指数の海域・季節分布

2-1. 緯経度5度ますめ別資源量指数分布とその月変化

2-2. 主分布海域における季節変化の型

III. 表層漁業の対象ストック

1. 漁獲物の生物学的特性

1-1. 体長組成

1-2. 生殖腺指数

2. 魚群の分布状態

2-1. 漁場と漁期

2-2. 魚群の移動

IV. 論議および要約

文 献

は し が き

1957年以前には大西洋のキハダ系群に関しては、わずかに断片的な外部形態の地理的、季節的変異が調べられていた程度である(IDYLL・DE SYLVA 1963, p.773, VILELA・FRADE 1963, p.906)。漁業が発展し、とくに日本のはえなわ漁業の組織的な漁獲記録が公表されるにおよび、それにもとづいて回遊路が推論されるようになった。WISE・LE GUEN (1966, p.13) は大西洋を10海区に分け、海区別月別釣獲率および漁獲量を比較して、アフリカ大陸寄りとアメリカ大陸寄りとに分布するキハダは別個のグループであるとのべた。林・本間(1969, p.68) は同じ資料を用いて釣獲率分布の季節変化を吟味したが、大西洋赤道海域ではえなわ漁業の対象となっているキハダは1個の系群に属すると仮定している。

Population dynamics は通例独立して再生産を営む個体の単位集団を前提とするので、個体群の構造について統一した見解がないことは、近年国際的な漁業管理の対象となりつつある大西洋のキハダの資源状態を評価する上に一つの障害となっている。したがって日本のはえなわ漁業の漁獲記録と体長組成資料とを改めて解析するとともに、最近とりまとめたアフリカ西岸で表層漁業の対象となっているストックについての情報（本間他 1969）をも含めて大西洋におけるキハダの移動と個体群構造とを検討することにした。

本研究の材料は、まぐろ漁業者ならびに調査船、練習船の協力によって収集されたものである。研究所における解析を進めるにあたっては、遠洋水産研究所浮魚資源部須田明部長、林繁一第1研究室長の助言と指導を得た。また同所矢部博前所長、木部崎修所長、福田嘉夫企画連絡室長、山中一郎海洋部長には原稿を校閲していただいた。さらに浮魚資源部、海洋部の各位から有益なる討議を頂いた。以上の方々の御援助と御協力にたいして厚く謝意を表する。

I. 資料と方法

本研究で用いた資料は4種類ある。第1は日本のはえなわ漁船の漁獲統計（塩浜他 1965, 水産庁調査研究部 1965, 1966, 1967 a, b, 1968）から計算した緯経度5度ますめ（以下5°ますめと呼ぶ）別、月別の使用釣数、漁獲尾数、釣獲率である。第2は水産庁調査船照洋丸、東光丸、同練習船耕洋丸、地方庁試験船房総丸、相模丸、磐城丸、千葉丸が大西洋で収集したキハダの体長組成および生殖腺指数組成で月別、緯度5度、経度10度の区別別に（以下5°×10°区画と呼ぶ）集計されている。体長組成資料に含まれるキハダは22,608尾であ

Table 1. Number of yellowfin tuna taken by longline and measured by body length on board Japanese research vessels, 1955-67.

Year and month	Number of fish
1955 Dec.	86
1956 Feb.-June & Nov., Dec.	4,519
1957 Jan.-July & Sep.-Nov.	11,691
1959 Nov., Dec.	365
1960 Oct.-Dec.	226
1965 Jan.-Sep. & Nov., Dec.	2,299
1966 Jan.-Dec.	3,295
1967 Jan., Feb,	127
Total	22,608

る（表1）。第3はアフリカ西岸で操業した日本の竿釣船、まき網船の漁獲記録およびまき網で漁獲されたキハダの体長組成および生殖腺重量、第4はアフリカ西岸でフランスの海外科学技術調査機関（Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, 以下 ORSTOM と略称する）が収集した情報である。

外部形態、標識放流、漁獲統計といった調査結果を個々に比較しても必ずしも系群を区別できないことは太平洋のキハダの研究の歴史から明らかである（林 1967, p.14）。そこでは大量の外部形態測定値のげんみつな統計処理や、いろいろな項目にかんする膨大な資料があるにもかかわらず、太平洋にどのような系群が存在するかということになると結論は得られていない。これにたいしてビンナガ、クロマグロ、ミナミマグロのように発育にともなう分布域の変化が明瞭な種については、キハダと同程度の情報によって系群がかなりはっきり区別されている（中村 1965, 須田 1962, 新宮 1967, 1970）。つまりこれらの魚種では中村（1954, p.10, 1965, p.7）のいう「種、成長段階によって特有の海流系にすむ」ことを明らかにすることによって魚群構造の理解に必要な情報の整理が行いやすかったのである。

ここでいう成長段階には二通りの意味が含まれている。その一つは卵から成魚にいたる生涯で一度しか現われない発育段階であり、他の一つは成魚期になって索餌や産卵を中心に毎年くり返される生活年周期である

(佐藤 1965, p.3)。ビンナガ、ミナミマグロなどでは、これらの諸段階によって、分布域が顕著に変化するの
で、生涯にわたるあるいは成魚では産卵期と索餌期との間の移動が、漁獲記録から比較的容易に追跡されてきた
のである。それにたいしてキハダでは発育および成熟ともなう分布域の変化が不明瞭であり、それが魚群
の移動や系群の区別をむずかしいものにしてきたといえる。しかし発育段階や、生活年周期ともなう魚の生
態的变化は、地理的な分布に限って現われるのではない。太平洋のキハダにおいては発育や成熟ともなう生
態的な変化が以下にのべるようにいくつか知られている。

上村・本間 (1963, p.33) は太平洋西部で表層に集っている魚をとる竿釣りで漁獲されたキハダは、中層に
分散しているはえなわでとられたものよりも小さいと報告している。太平洋東部においても、表層漁業が主と
して体長 100cm 以下の小型魚を、はえなわ漁業が主として 120cm 以上の大型魚を漁獲していることは、SUDA
・SCHAEFER (1965) が示しているところである。また木川 (1966, p.150) は、太平洋でえられたはえなわ
の漁獲物の生殖腺重量を調べ、120cm 以上の中大型魚では成熟したと思われる 個体の割合は高くなるが、産
卵中の個体は、はえなわではほとんどとれないことを指摘している。これにたいして、表層漁具である竿釣
りやまき網によって、はえなわではほとんどとれない若魚や、水子をもった産卵中の成魚もとられている
(ORANGE 1961, p.465, 森 1970, p.224)。

こういった事実は、キハダにおいても、発育や成熟ともなう生態的な変化があり、それが漁期、漁場、漁
法による漁獲物の性質の違いとなって現われてきていると考えられる。したがってこの研究では、まずここで
とりあつた二つの漁業の漁獲記録がキハダ一般ではなくて、どのような段階のものを示しているかを現在
比較的広い範囲でえられている体長組成および生殖腺指数によって検討する。この手続きをへておかないと、
観察されなかった発育段階や生活年周期におけるキハダの分布を無視してしまい、その結果、偏った推論をひ
きだしてしまうおそれがある。

こゝで本報告で用いた「種個体群」、「系群」、「系統群」、「グループ」の意味をのべる。「種個体群」とはあ
る種に属するすべての個体の集まりである。たとえばキハダ個体群といえはすべてのキハダを指す。「系群」
については多くの定義があたえられているが、もっとも広く使われているのは同種個体群のなかで、分布、繁
殖を同じくする個体の集まりという定義である。「系統群」は産れてから死ぬまでの過程で他と区別される個
体の集まりをいう。「系群」はその1つであるが、系統群にはその他に新宮 (1970) がミナミマグロで注意した
「発生集団」や LEVEDEV (1962) のいう「要素個体群」を含んでいる。「グループ」とは漁獲分布、形態測
定などある項目の調査から、とりあえず他と区別されるように見える個体の集まりである。このような「グル
ープ」が「系群」に対応するか、「発生集団」に対応するかといった問題を解決するには、他の性質を併わせ
て調査する必要がある。

本報告では、単位努力当り漁獲量から求めた資源量指数の地理的、季節的分布によって、はえなわ漁場およ
び表層漁場におけるグループを識別した。このグループが系群に対応するかどうかは稚魚の分布、形態的特性
などによって検討した。なお資源量指数の計算方法については個々の項目のなかで記述する。

II. はえなわ漁業の対象ストック

1965 年を例にとるとはえなわ漁場は北緯 45 度から南緯 35 度の水域をほゞおおっているが、その範囲内で
キハダが全く獲られなかったところはないといってよい。しかし 5,000 尾以上の漁獲をあげた 5° ますめは、
北緯 15 度から南緯 5 度のはんいの水域にわたって北緯 5 度線を中心に東西に連なり、アフリカ大陸の近くで
は南緯 15 度に達している (図 1)。

1. 漁獲物の生物学的特性

1-1 体長組成

体長範囲は 43~184cm に広がっているが、120cm 以上の個体が全体の 90% にたっし、とくに 140~160cm
の個体が 60% を占めている (図 2)。

資源量が急激に減少した 1961 年を境に (林・本間 1969), 測定資料を 1955 年から 1960 年に至る前期と, 1965 年から 1967 年にわたる後期とに分けると, それぞれの組成には 3~4 ケのモードをみることができる。とくに卓越したモードの位置は前期では 155 cm 附近に, 後期では 145 cm である。さらに 130 cm 附近にみられるモードに属する個体の割合は前期より後期において大きくなっている。このような体長の小型化は $5^{\circ} \times 10^{\circ}$

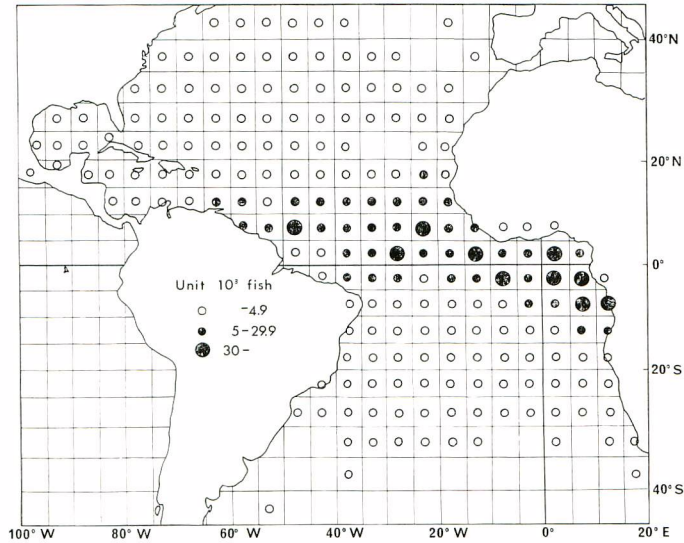


Fig. 1. Distribution of catch in number of yellowfin tuna taken by Japanese longline fishery in the Atlantic Ocean, 1965. After Fisheries Agency (1967, p. 335).

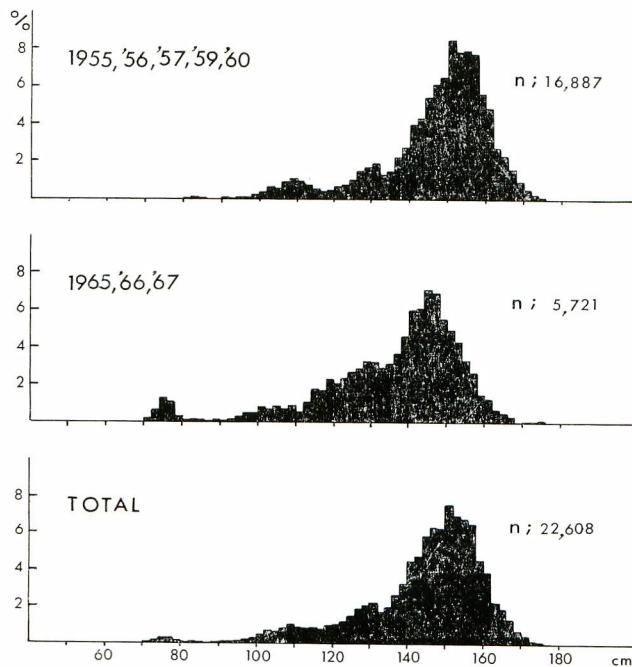


Fig. 2. Length composition of yellowfin tuna taken by longline of Japanese research vessels in the Atlantic Ocean during 1955-60 and 1965-67.

区画ごと、四半期（第1四半期：1～3月，第2四半期：4～6月，第3四半期：7～9月，第4四半期：10～12月）ごとに比較しても認められる（図3）。

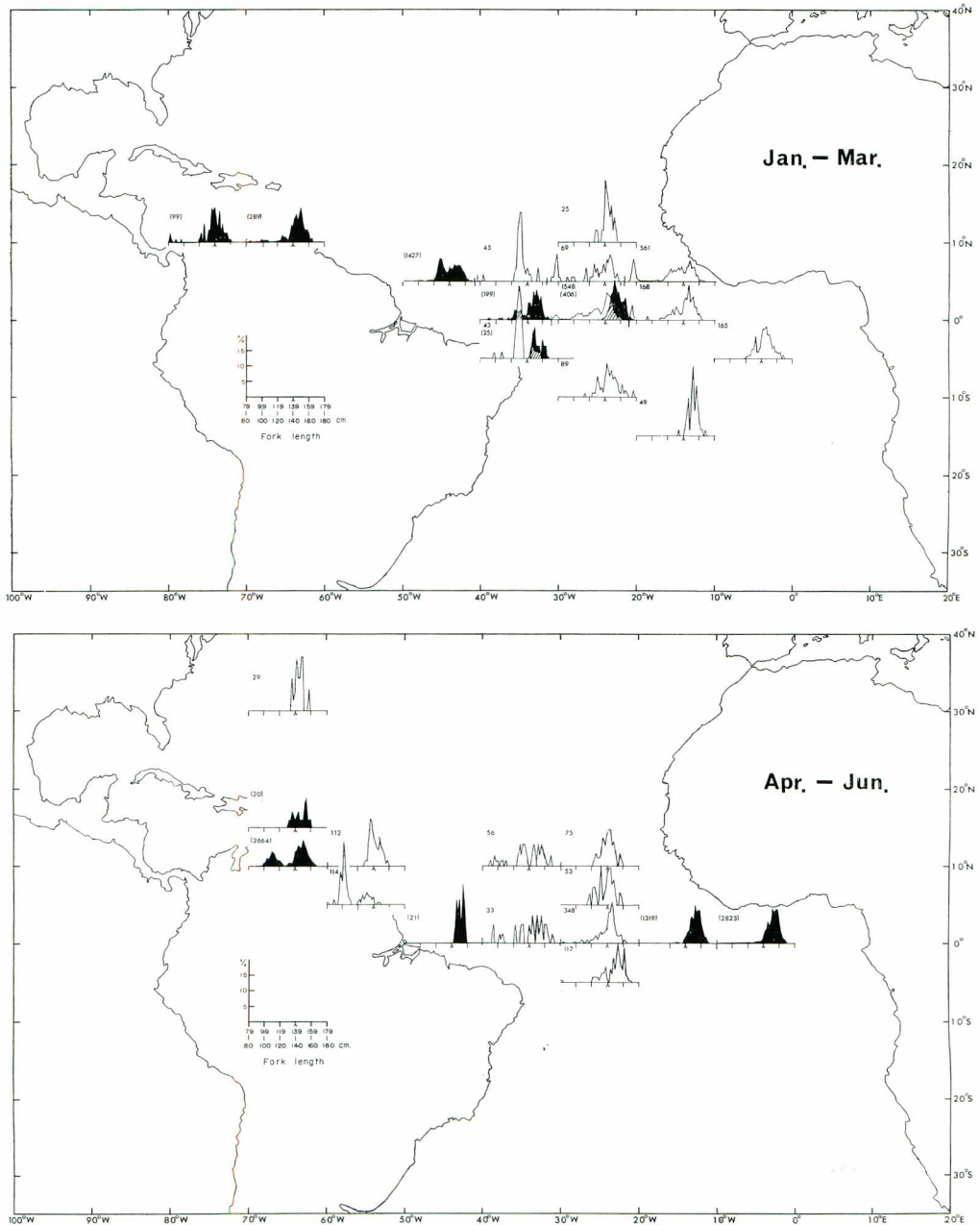


Fig. 3. Trimonthly length composition of yellowfin tuna taken by longline of Japanese research vessels in lat. five-degree and long. ten-degree quadrangle in the Atlantic Ocean, 1955-60 and 1965-67.

Black and blank figures denote the composition for 1955-60 and for 1965-67, respectively. Numerals out and in parentheses denote number of fish for 1955-60 and for 1965-67, respectively.

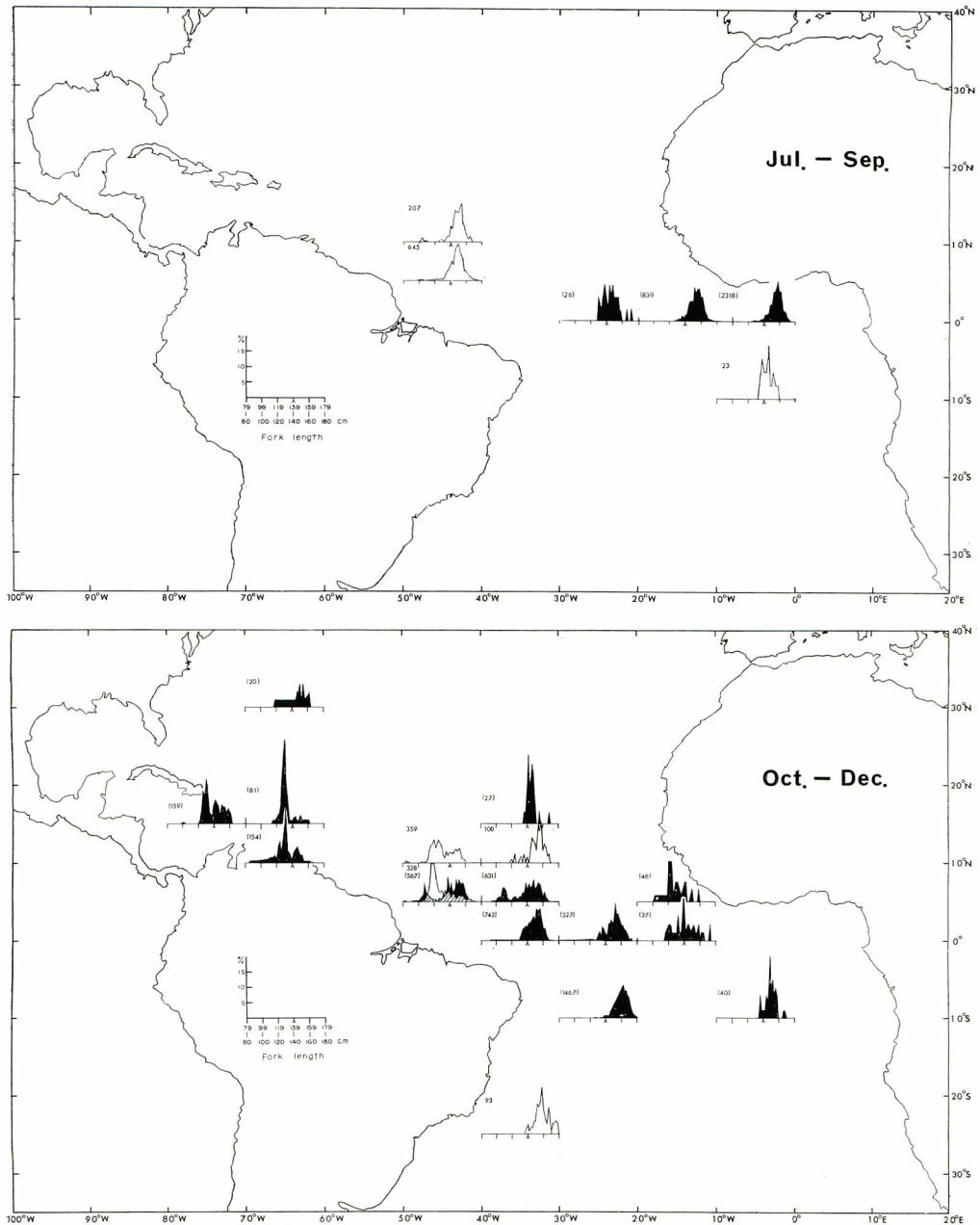


Fig. 3. Continued.

しかしはえなわの主漁獲物が 120 cm 以上であることには変りない。そして同じ期間内では海域による体長組成の変異が注目される。調査が比較的広い範囲にわたっている 1965 年以降においては 7~9 月を除いて、体長は一般に東で大きく西で小さい。南北方向には、高緯度でとられたものが、低緯度でとられたものより大きい傾向があり、とくに第 2 四半期の 20°~40°W の海域ではっきりしている。このような海域変化は 1960 年以前における組成でも認められる。

両期間を通して、体長 120~160 cm の個体は濃密分布域を中心に広く出現している。とくに大きい 160 cm 以上の個体は、第 3 四半期の 0°—5°N, 0°—10°W と第 4 四半期の 5°—10°S, 20°—30°W および 20°—25°S, 30°—40°W のますめでとられている。これに対して、体長 120 cm 未満の小型魚は、前期において第 2 四半期の 10°—15°N, 60°—70°W, 第 4 四半期の 5°—10°N, 40°—50°W, 5°—10°N, 30°—40°W および 5°—10°N, 10°—20°W のますめにみられ、後期においては、第 1 四半期の 5°—10°N および 0°—5°N, 10°—20°W, 第 2 四半期の 5°—10°N, 50°—60°W, 第 4 四半期の 5°—10°N および 10°—15°N の 40°—50°W のますめに現われている。

当然のことであるが、1965 年および 1966 年にえられた体長組成から太平洋のキハダについて求められた体長にたいする体重の回帰式 $W=0.00000664L^{3.1875}$ (上村・本間 1959, p. 101) によって、5°×10° 区画ごとに求めた平均体重も低緯度から高緯度に向うにともなって大きい (図 4)。

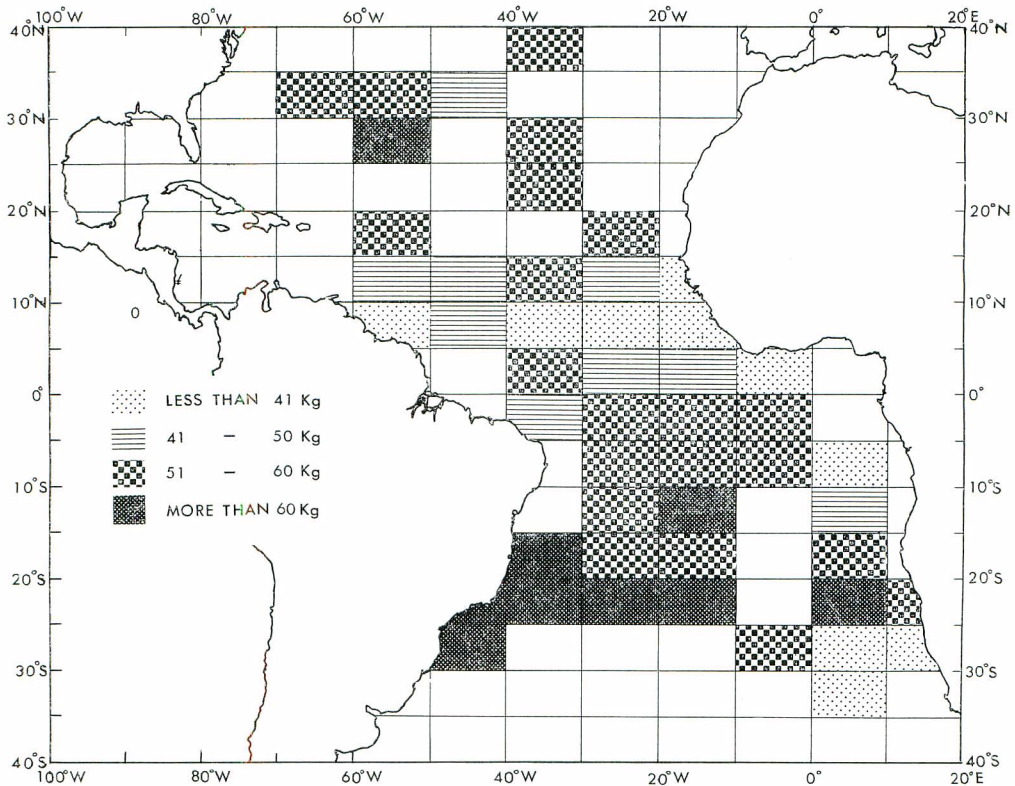


Fig. 4. Mean body weight of yellowfin tuna taken by longline of Japanese research vessels in lat. five-degree and long. ten-degree quadrate in the Atlantic Ocean, 1965 and 1966.

以上を要約すると、小型魚は沿岸に近い海域、とくにブラジル北方水域に、また大型魚はギニア湾の終漁期および分布周辺に当る 20°S 以南に多く、主分布域のキハダは体長 120—160 cm である。

大西洋ではえなわ漁業がとっているキハダは、ZHAROV (1968, p. 5) によると生後 3 年で 126.5 cm, 4 年で 152.7 cm, YANG 他 (1969, p. 10) によると生後 2 年で 104.1 cm, 3 年で 132.9 cm になる。一方ギニア近海の表層漁獲物を検討した LE GUEN・CHAMPANAT (1968, p. 11) は、生後 3 年で 111.1~119.5 cm, 5 年で 151.1~152.6 cm に達するとのべている (表 2)。したがってえなわ漁業の主対象となるキハダは 3 才以上、とくに 3~5 才である。太平洋の例からいえば、3 才で成魚に達すると考えられるので (木川 1966),

Table 2. Age-length relation estimated for the yellowfin tuna taken in the Atlantic Ocean.

Method of fishing	Body length in cm					Author	Material
	I-age	II-age	III-age	IV-age	V-age		
Longline	51.5	95.3	126.5	152.7		ZHAROV (1968)	Length composition
Pole-and-line (Pointe-Noire Sector)	55.9	97.5	128.5	151.5		BAUDIN-LAURENCIN (1968) LE GUEN • CHAMPANAT (1968)	"
		87.5	119.5	140.0	151.1		
Pole-and-line (Dakar Sector)		72.8	111.1	136.0	152.6	LE GUEN • CHAMPANAT (1968)	"
Longline	66.1	104.1	132.9			YANG <i>et. al.</i> (1969)	Scale

はえなわ漁獲物の主体は沿岸域のものを除いて成魚であると考えられる。

1-2 生殖腺指数

日本の試験船によってとられたキハダの一部については生殖腺重量が測定されている。木川(未発表)はその資料を用いて生殖腺指数を計算し、季節別、海域別に整理している。それによると、生殖腺指数1.6以上の個体の出現割合は東部のギニア湾では第4四半期(10~12月)から第1四半期(1~3月)に、経度0°-20°Wでは第1四半期に、中部の0°-10°N, 20°-40°Wの海域では、第1, 2四半期(1~6月)に、0°-10°S, 20°-40°Wの海域では第2四半期(4~6月)に高くなっている(図5)。これらの時期は後述するように各海域の盛漁期とほぼ一致しており、成熟がキハダの移動やとられ易さと関係することを示唆している。しかしこの調査資料において、水子やそれに近いものは報告されていない。したがってはいえなわでとられるキハダの主体はまだ産卵中でないといういみでの索餌成魚である。

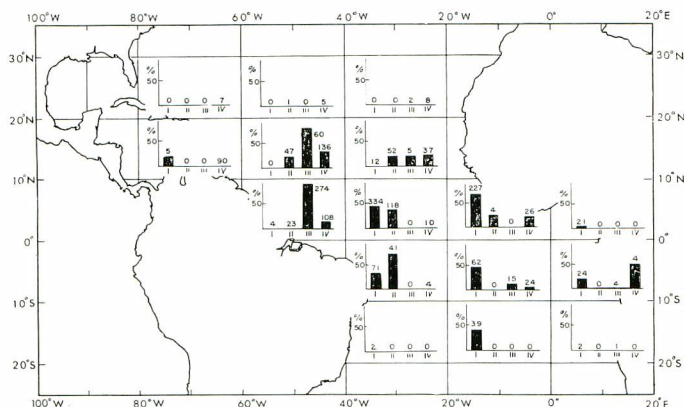


Fig. 5. Trimonthly frequency of gonad indices exceeding 1.6 for yellowfin tuna taken by longline of Japanese research vessels in lat. ten-degree and long. twenty-degree quadrangle in the Atlantic Ocean, 1955-60 and 1965-67. Based on unpublished data prepared by KIKAWA. Arabian numerals denote number of fish measured by gonad weight. Roman numerals denote three-month period, *i. e.* I for January to March, II for April to June, III for July to September, and IV for October to December.

2. 資源量指数の海域、季節分布

2-1 緯経度 5 度ますめ別資源量指数分布とその月変化

はえなわ対象群の移動を調べるために 5° ますめ別資源量指数の月別分布図を作った。そのさい年別に資料を整理すると操業のなかったますめが多くなる。この傾向はとくに開発の当初に著るしい。逆に 1956~65 年の資料をこみにすると、資源量が経年的に変化しているので、分布型に偏りがおこるおそれがある。したがって資源量が低いながらも比較的安定し、かつ漁場が分布域をほゞおった 1961~65 年の平均をとった。5° ますめ別月別平均資源量指数 \bar{N} は年別、月別に集計された漁獲尾数 C を使用釣数 g でわった値に面積係数 A をかけた値を更に年平均して求めた (式 1)。たゞし面積係数は 5° ますめを 1 とし、陸地がはいっているますめについてはその部分を 1 度ますめに換算して減じた。

$$N = \frac{1}{a} \sum_{i=1}^a N_i = \frac{1}{a} \sum_{i=1}^a \frac{AC_i}{g_i} \dots\dots\dots(1)$$

ここで添字 i は年、 a は上記 5 年間に操業があった年の数を示す。この資源量指数は面積係数が 1 のますめでは釣獲率つまり密度指数と一致する。

キハダの地理的分布を概観するために 5° ますめ別平均資源量指数 \bar{N} を 5°×10° 区画ごとに集計し、周年にわたって平均すると (図 6)、つぎのことがいえる。キハダは東部大西洋 (10°W 以東) ではギニア湾を中心と

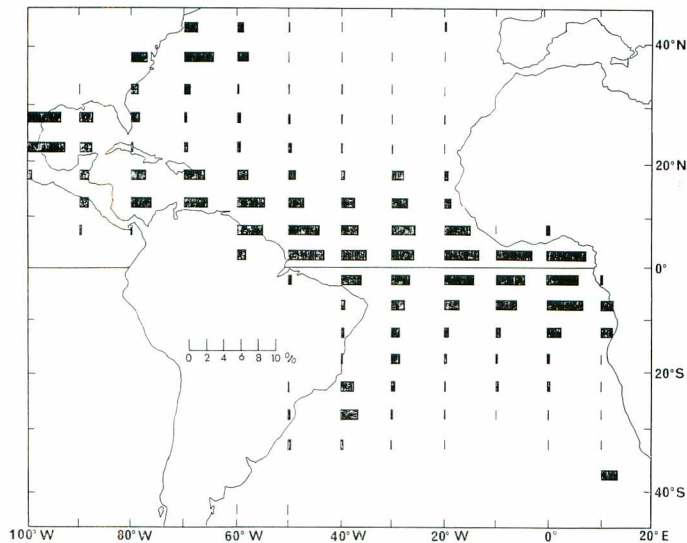


Fig. 6. Average relative abundance of yellowfin tuna, exploited by Japanese longline fishery for each five-latitude-degree and ten-longitude-degree quadrangle in the Atlantic Ocean, 1961-65.

してアフリカ沿岸部で多く、10°S以南で急激に少なくなっている。10°-30°W では分布密度は赤道付近でもっとも高く、高緯度に向って漸次低くなっている。30°-40°W では 5°Sから 15°N にかけて資源量指数は高い値を示している。40°W 以西の濃密分布域はさらに北に偏っている。そのうち 50°-80°W では、南アメリカの北部海域と北アメリカの東部沖合 (35°-40°N) の二ヶ所に濃密域がみられる。それ以西ではメキシコ湾における密度が高い。このほかにブラジル沖合 20°-30°S、40°W に高い値がみられるが、この値は 1961 年 4・5 月に行われた 1 隻の操業記録によるものである。1961 年を含む 5 年間に同じ時期に操業した他船の漁獲物は主としてビンナガであって (表 3)、キハダとした報告は魚種の記入間違いである可能性が強い。おそ

Table 3. Species composition of catch taken by all three Japanese longliners operated in a sea area extending between Lat. 20°S and 35°S, and Long. 30°W and 50°W during March through July, 1961-65.

Boat	Year	Month	Range of operation		Catch in number				
			Lat.	Long.	total	albacore	bigeye	yellowfin	spear fishes
A	1961	Apr.	25°30' S	30°35' W	714	6 (1)	136 (19)	482 (68)	90 (13)
"	"	"	20°25' S	35°40' W	957	4 (0)	165 (17)	722 (75)	66 (7)
"	"	"	25°30' S	35°40' W	2,052	20 (1)	446 (22)	1,413 (69)	173 (8)
"	"	May	20°25' S	35°40' W	2,018	14 (1)	288 (14)	1,694 (84)	22 (1)
"	"	"	25°30' S	35°40' W	4,311	17 (0)	242 (6)	3,922 (91)	130 (3)
B	1961	June	25°30' S	40°45' W	78	68 (87)	5 (6)		5 (6)
"	"	"	30°35' S	40°45' W	282	258 (91)	6 (2)	6 (2)	12 (4)
"	"	July	30°35' S	45°50' W	1,490	1,379 (93)	68 (5)	6 (0)	37 (2)
"	"	"	25°30' S	40°45' W	419	389 (93)	19 (5)	1 (0)	10 (2)
"	"	"	25°30' S	45°50' W	330	313 (95)	9 (3)	1 (0)	7 (2)
C	1964	Mar.	30°35' S	45°50' W	2,990	1,596 (53)	70 (2)	356 (12)	968 (32)

Numerals in parenthese denote percentage to total catch for cruise.

らくこのますめにおけるキハダの資源量指数は隣合った海域におけるそれと同程度であると考えられるので、以下この高い値についてはふれないこととする。

このようにキハダの分布は東部では南寄りに、西部では北寄りに位置している。この分布域は南赤道海流を中心として北赤道海流、反流およびフロリダ海流から湾流域南部にあたる(図7)。なお他の大洋のキハダ濃密分布域をみると、太平洋中西部では南赤道海流域およびその分派のおよんでいる海域に(上村・本間 1963, p 35)、インド洋では赤道反流域および流向不定海域にある(三村・中村, 1959, p360)。三大洋のキハダはそれぞれの大洋における特定の海流域を分布の中心としていることに共通点を見出すことができる。

式(1)にしたがって求めた5°ますめ別、月別平均資源量指数 \bar{N} の分布を通観する(図8)。1月には資源量指数 3.0 以上の高濃密域はギニア湾周辺およびその沖合 25°W までとメキシコ湾とに二分している。その他ブラジル北方 0°-5° N, 35°-40°W にも資源量指数 2.0 以上の分布があり、その西方には指数 0.5~2.0 の水域が広がっている。2月には

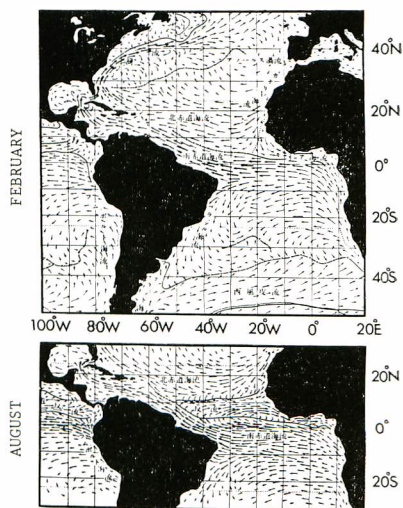


Fig. 7. Predominant surface currents in the Atlantic Ocean. After HIDAKA (1965, Appendix Fig. 1).

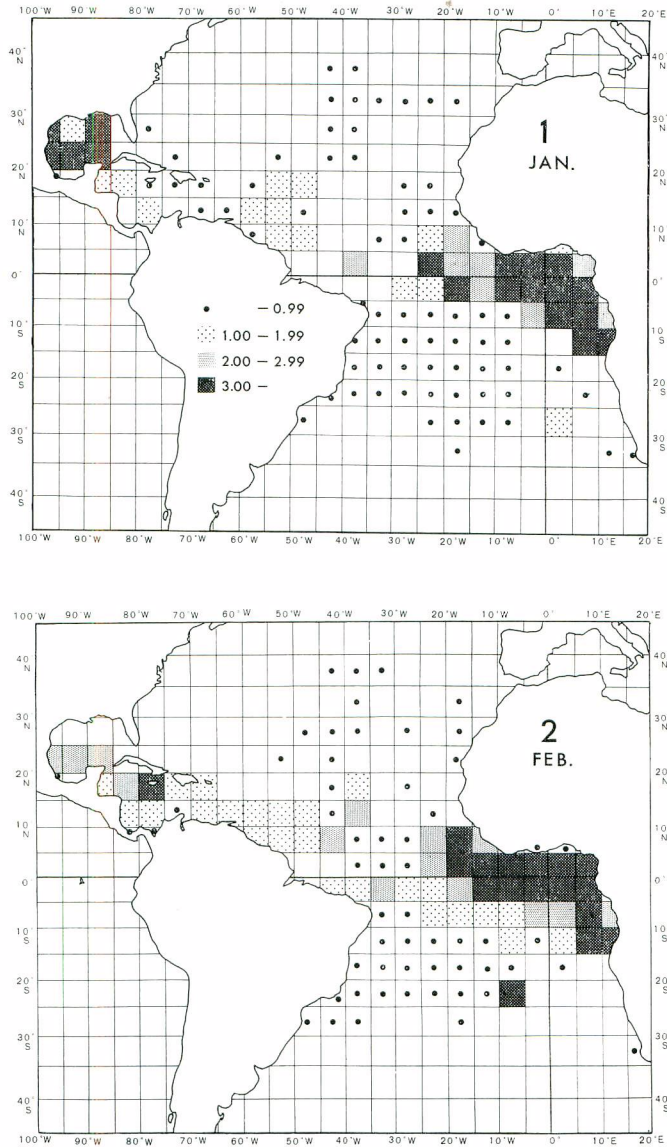


Fig. 8. Monthly average of relative abundance of yellowfin tuna for each five-degree square, exploited by Japanese longline fishery in the Atlantic Ocean, 1961-65.

いと高濃密域はギニア湾周辺ではやゝ拡大し、メキシコ湾ではカリブ海の方に移動する。資源量指数 1.0 以上の水域はブラジル北部沖合 45°W まで連続する。3 月にはギニア湾附近では 3.0 以上の高濃密域自体は縮小するが、資源量指数 2.0~3.0 にわたる濃密域は 30°W まで拡大する。メキシコ湾、カリブ海では操業がないが、これは密度の低下を示唆している。40°W 以西で 2.0 以上のますめはブラジル北方からギアナ沖合に至る水域に現われている。そして東西の 2 つの分布中心の間を資源量指数 1.0 以上のますめがつかっていない。

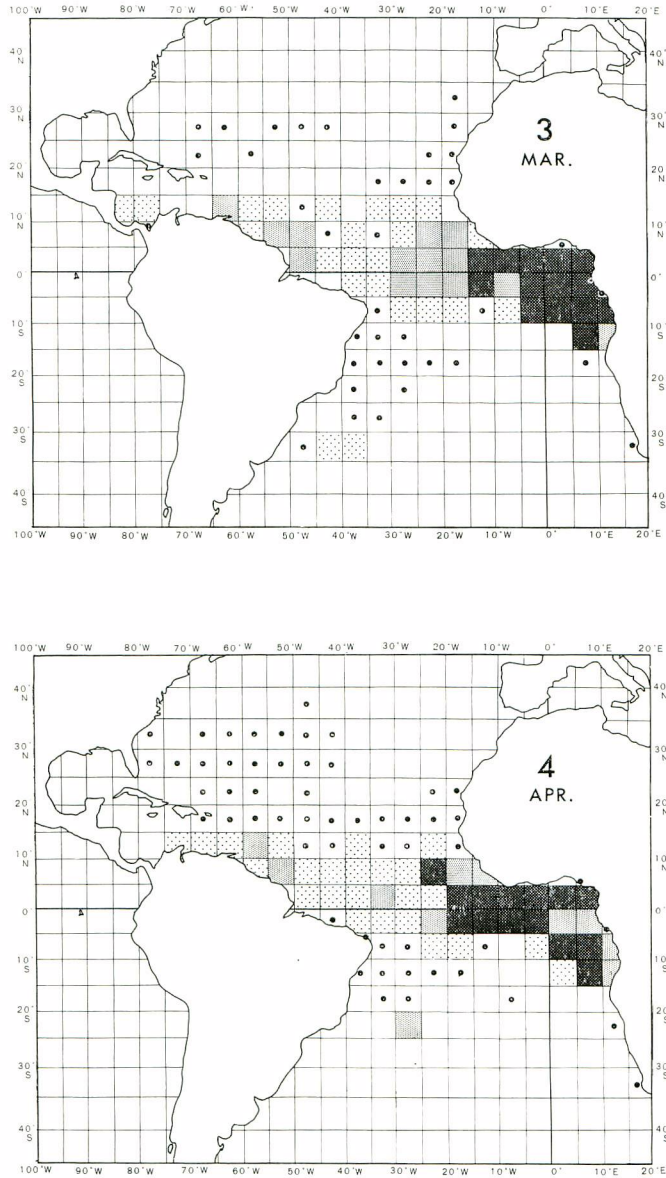


Fig. 8. Continued.

4月にはいとギニア湾の資源量指数 2.0 以上の分布域は西方にのびるがブラジル沖の資源量指数はほとんど 2.0 未満になる。2つの分布域の分離は5月になると不明瞭になる。すなわち資源量指数はギニア湾では減少し、代って大西洋中部からブラジル北東部の水域で増加し、その間は資源量指数 2.0 以上の濃密域でうずめられる。6月にはいとギニア湾の資源量指数はさらに低下して 2.0 未満のますめが多くなり、代ってメキシコ湾から Cape Hatteras 沖合に 3.0 以上の高濃密域が現われ、洋心部の資源量指数も 2.0~3.0 に増大する。7月にはいとギニア湾の資源量指数は 2.0 未満に低下し、洋心部からブラジル北部に至る水域と、北米沿岸

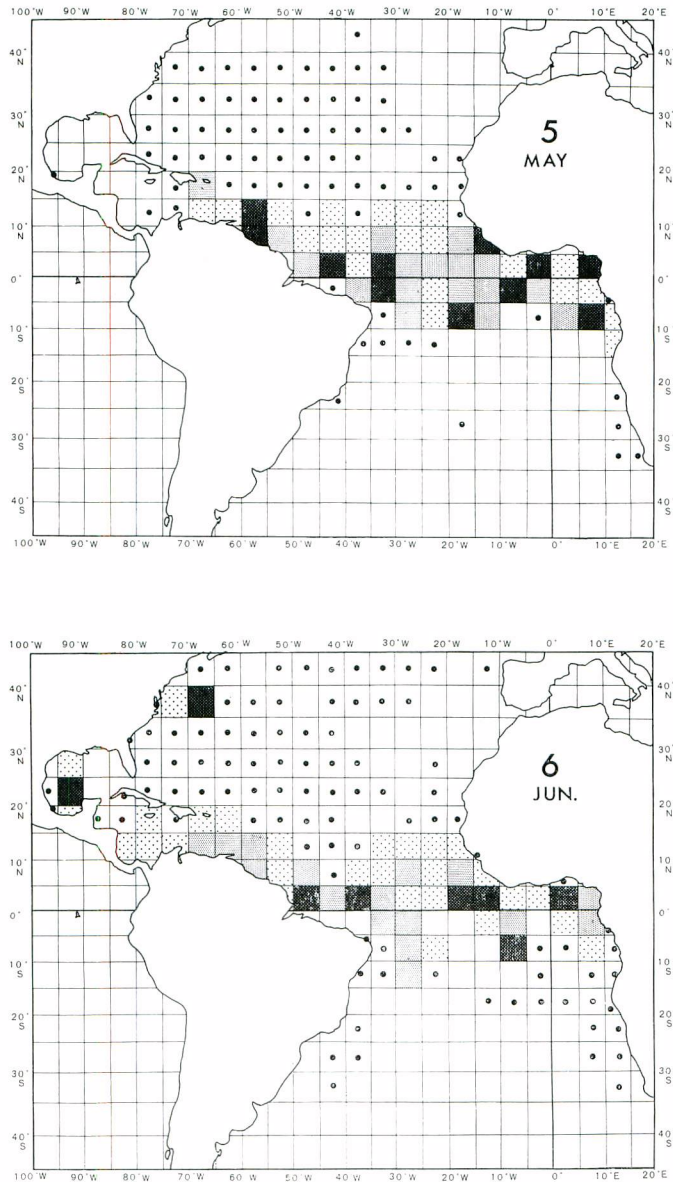


Fig. 8. Continued.

とに資源量指数 2.0 以上の濃密域が出現する。8 月における分布は 7 月と同様であるが Cape Hatteras 沖合の資源量指数は年内でもっとも広い範囲にわたって高くなる。9 月でも、ギニア湾でははえなわ船が操業しているにもかかわらずキハダはほとんど漁獲されず資源量指数 1.0 未満で年内でもっとも低くなる一方、洋心部でも 30°W から 35°W にかけて資源量指数 1.0 未満の水域がみられる。10 月にはいとギニア湾およびメキシコ湾、カリブ海、ブラジル北東沖合における資源量指数が増加し始め、3.0 以上の濃密域はブラジルアマゾン河口沖合にあり、指数 1.0 以上の水域はふたたび赤道海域で東西に連続する。なお北米 Cape Hatteras

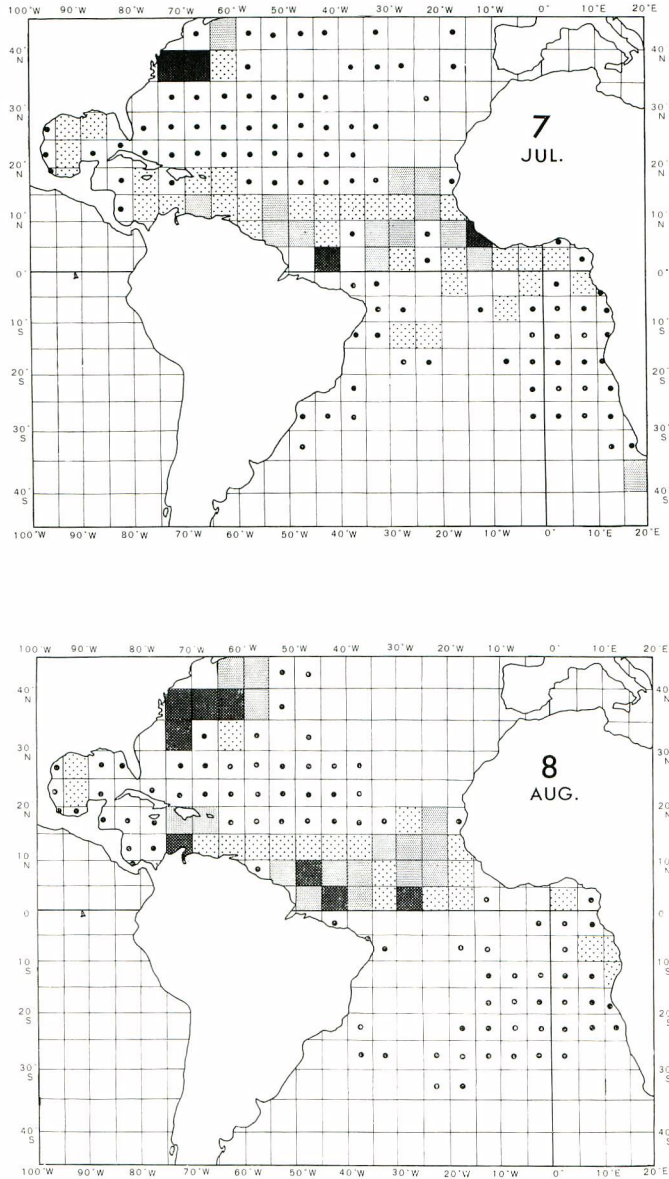


Fig. 8. Continued.

沖の分布域は縮少する。11月にはギニア湾とブラジル北部からフロリダ沖合の二つの分布の中心がみられ、ふたたび 15°W から 30°W に不連続域が現われるが、西側における資源量指数の方が高い。12月にはいとギニア湾における資源量指数はさらに増加し 1.0~3.0 にたつするが1月のそれにはおよばない。しかし全体としては1月同様ギニア湾とメキシコ湾~ブラジル北部とに分布の中心がみられるようになり、洋心部における密度の低い水域は年間でもっとも広く、20°~40°W に拡がる。

以上の 5° ますめ別資源量指数にみられた月変化からキハダの分布についてつぎのことがいえる。

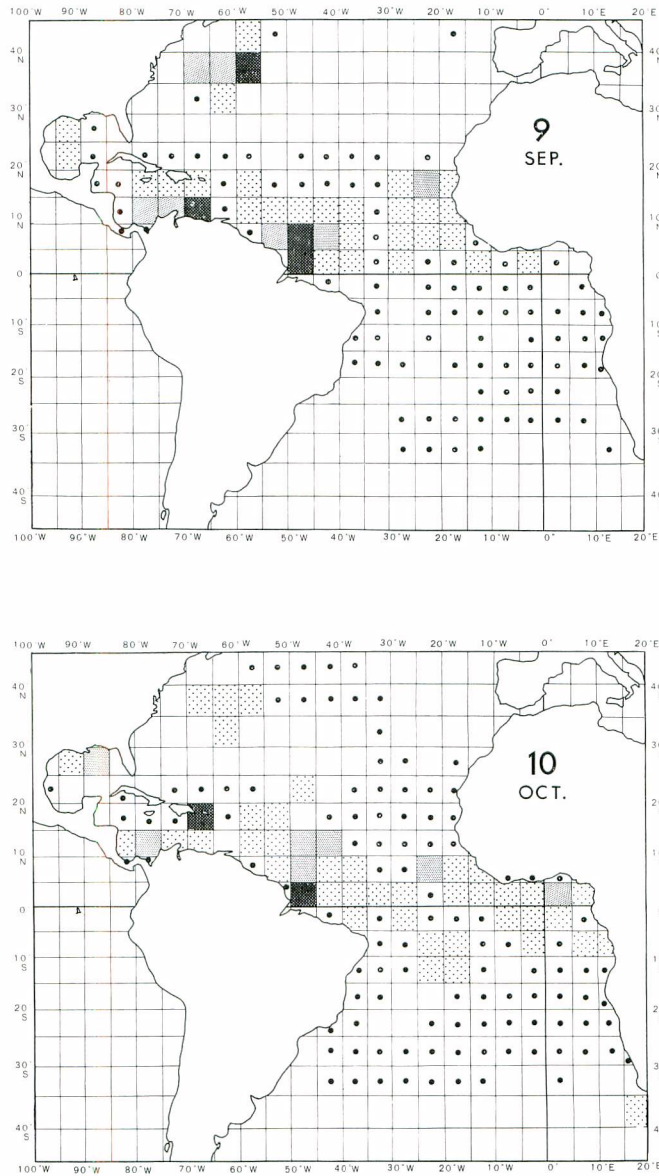


Fig. 8. Continued.

i) 北半球の冬にはギニア湾と、メキシコ湾からカリブ海を経てブラジル北方沖合にいたる2つの水域にわかれて魚群が濃密に出現する水域が現われる。春から夏にかけて、ギニア湾の濃密域は消失し、洋心部の資源量指数が増加するほか北米沖合でも局地的に濃密域が現われる。それと同時に赤道海域における濃密域の分離は不明瞭になる。秋から冬にかけては逆にギニア湾とメキシコ湾、カリブ海、ブラジル北部とに濃密分布域が現われ、両者は洋心部で明瞭に分離する。

ii) 大西洋全体の資源量指数は1~4月に高く、9~12月に低下する傾向を示す。まず毎月の資源量指数を集

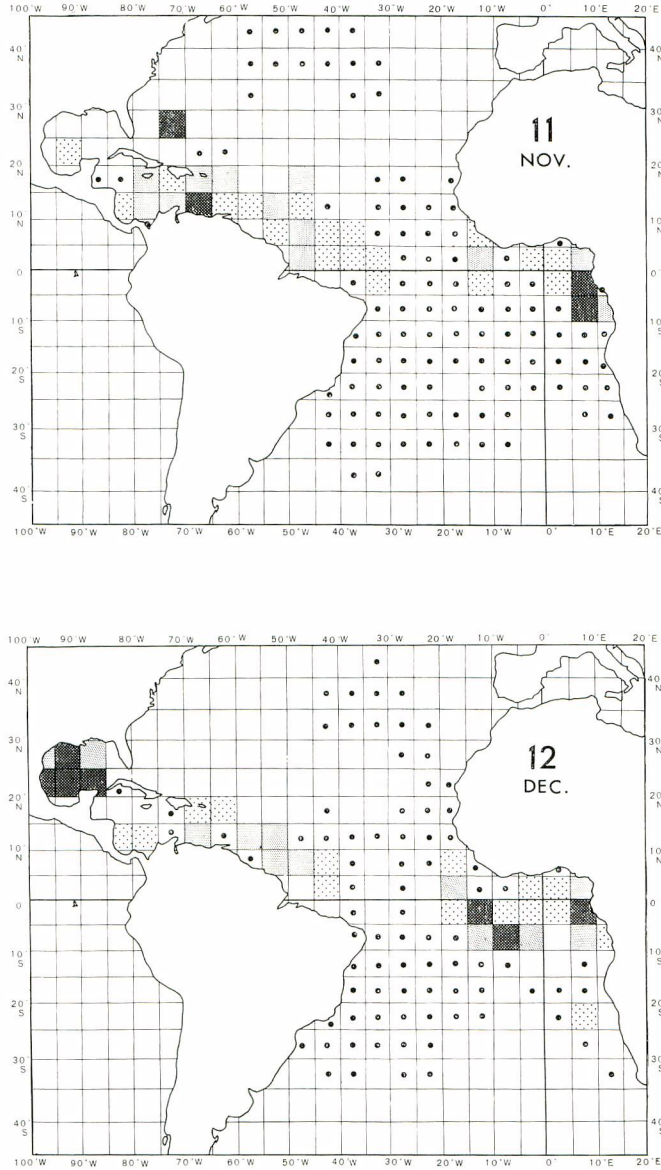


Fig. 8. Continued.

計すると2月に154にたっし、9月には93にすぎない(図9)。資源量指数にみられた上述の変動は水温構造の季節変化に対応している(川合 1969, p.289)。したがって濃密域の季節的推移には、魚群の移動のみでなく、躍層の深さの変化にともなうはえなわによるとられ易さの季節的な違いも含まれている可能性があり、今後はえなわのみでなく、表層漁具の漁獲物の形態的、生化学的調査や標識放流といった方法の導入が必要である。

しかしこれらの資料を収集するための作業仮説として i) にのべた現象から大西洋のキハダについてつぎの

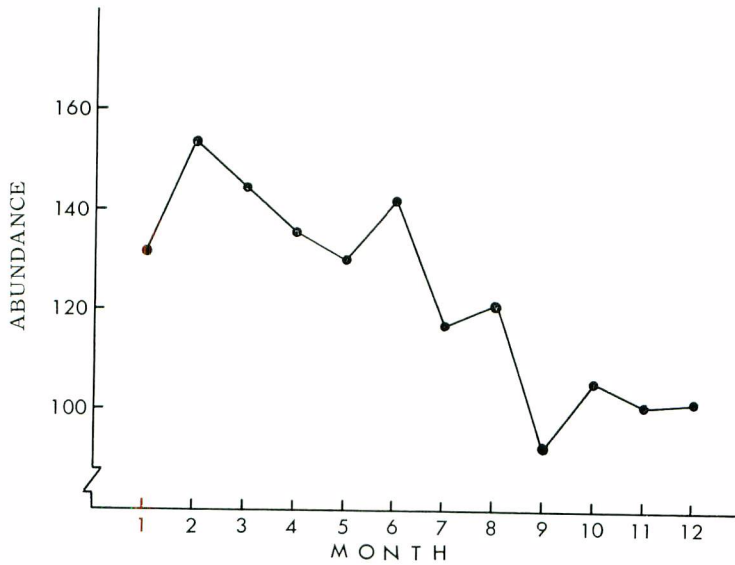


Fig. 9. Monthly change in average relative abundance of yellowfin tuna exploited by Japanese longline fishery in the Atlantic Ocean, 1961-65.

ような季節移動を示す2つのグループの存在を考えておく。

(1), 東部グループ: 1, 2月にギニア湾に集結したグループは, 同方面でベンゲラ海流の勢力が強くなるにつれて北方に移動し, 北半球の夏にはセネガル沖合にたつする。しかしそこでの資源量はギニア湾における冬季のそれには匹敵しないし, また3月から5月にかけては赤道ぞいに分布域が西北西に移ることがみとめられ

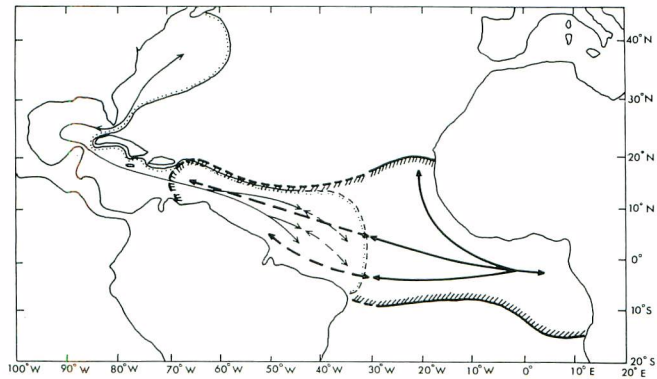


Fig. 10. Schematic representation of migratory routes of adult yellowfin tuna deduced from catch statistics and length composition taken by longline fishery operated on the Atlantic Ocean.

- ///// general distributional range of the eastern group.
- general distributional range of the western group.
- > migratory routes of eastern group.
- > possible migratory routes of eastern group.
- > migratory routes of western group.
- > possible migratory routes of western group.

るので、北半球の冬をギニア湾で過したキハダのなかには春から夏にかけてブラジル北東沖合にたつものもあると考えられる。このグループは北半球の秋から冬にかけて南北赤道海流にそって東南東に移動し、冬にはふたたびギニア湾に集結する。

(2)、西部グループ：南北赤道海流の西よりの部分、フロリダ海流、湾流を生活圏としている。かれらは北半球の秋冬季には、ブラジル北部沖合からカリブ海を経てメキシコ湾に至る海域に集結する。春から夏にかけて分布域は拡大し 30°-45°N の北米沿岸に達する一方、ブラジル北部沖合では、東部グループの分布域と連続する。秋から冬にかけて再びブラジル北部沖合以西の海域に集結する。

以上の観察結果から大西洋のキハダの主群は、北半球の冬に赤道附近の南米ならびにアフリカ大陸よりの海域に集まり二つの濃密域に分れるが、夏には洋心部および中緯度水域に拡がり連続した分布を示すと想定される(図10)。

2-2 主分布海域における季節変化の型

資源量指数の月別分布から想定した移動を、数量的に検討するためにはキハダの分布に対応するような海域を設定して各海域における資源量指数の月変化を問題とするのが便利である。ここでは 5° ますめで集計した資料に基づく釣獲率分布の季節変化を考慮してつぎの 17 海域を設定した(図 11)。

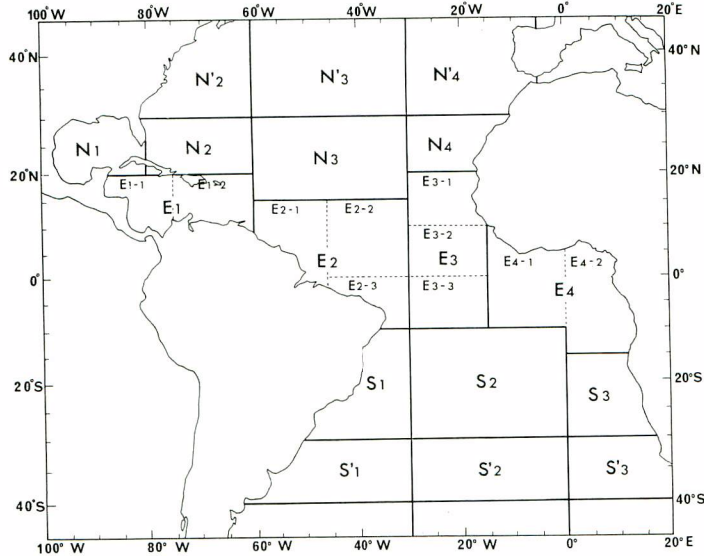


Fig. 11. Division of the Atlantic Ocean for analysis of monthly average of relative abundance of yellowfin tuna in longline fishery.

E1(カリブ海)；20°N線，60°W線，および中南米海岸線によって囲まれ，西部グループが北半球の冬春期に集結する海域である。この海域内でも魚群はとくに西部に集結する傾向があるので75°Wを境に西部をE1-1，東部をE1-2小海域とに区分した。

E2；60°W線，15°N線，30°W線，10°S線および中南米海岸線によって囲まれ，西部グループが北半球の冬～春期に，東部グループが夏に来遊する海域である。魚群の移動をさらに詳しくみるために，45°W以西のE2-1小海域，45°W以東，緯度0°以北のE2-2小海域，緯度0°以南のE2-3小海域を区分した。

E3；30°W線，20°N線，15°W線，10°S線およびアフリカ海岸線によって囲まれ，東部グループが春から秋に現われる海域である。E3とE2とのキハダの分布は春から初秋には連続するが晩秋から冬にかけては分離する。東部グループは沖合へでたのちまず一部が南下しさらにおくれて他の一部が北上する傾向を示すので10°Nおよび緯度0°線によってE3-1，E3-2，E3-3の小海域を区分した。

E4 (ギニア湾) ; 15°W 線, 10°S 線, 経度 0° 線, 15°S 線およびアフリカ海岸線によって囲まれ, 東部グループが北半球の冬に集合する海域である。この海域も魚群が冬に集合する E4-2 小海域と, 初春に西進してきた東部グループがまず来遊する E4-1 とに分かれる。

N1 (メキシコ湾) ; 20°N 線, 80°W 線, およびアメリカの海岸線に囲まれ, 北半球の夏から早春に西部グループの経路となる海域である。

N2; 80°W 線, 20°N 線, 60°W 線, 30°N 線によって囲まれる海域である。ここはキハダの主分布域ではないが春から夏にかけて, とくに南西部には西部グループが来遊する。

N3; 60°W 線, 15°N 線, 30°W 線, 30°N 線によって囲まれる海域でキハダは夏にわずかに現われる。

N4; 30°W 線, 20°N 線, 30°N 線およびアフリカの海岸線によって囲まれ, 夏から秋に, とくに南部に東部グループがわずかに現われるにすぎない。

N'2; N2 海域の北 45°N にたつする海域で, ここには北半球の夏に西部グループが来遊する。

N'3; N3 海域の北 45°N にたつする海域で西部グループが北半球の夏にわずかに来遊をみるにすぎない。

N'4; N4 海域の北に連なり, 30°W 線, 30°N 線, 5°W 線, 45°N 線 およびアフリカ, イベリヤ半島海岸線に囲まれる海域でキハダの来遊は少ない。

S1; 110°S 線, 30°W 線, 30°S 線および南米海岸線で囲まれキハダの来遊は少ない。

S2; 30°W 線, 30°S 線, 経度 0° 線, 10°S 線で囲まれる海域で, キハダの来遊は少ない。

S3; 経度 0° 線, 30°S 線, 15°S 線およびアフリカ海岸線に囲まれる海域で東部グループの南限を外れる。

S'1; 40°S 線, 30°W 線, 30°S 線および南米海岸線に囲まれる海域でキハダはごくまれに出現する。

S'2; S2 の南 40°S にたつする海域でキハダはごくまれに出現する。

S'3; 経度 0° 線, 40°S 線, 20°E 線, 30°S 線およびアフリカ海岸線に囲まれる海域で, その南東部には僅かにインド洋のキハダが来遊するが, この海域の北に連なる S3 海域の分布とは連続しない。

以上 17 の海域のうちキハダの主分布域は E1~E4, N1, N'2 の 6 海域である。1961~65 年において, この海域では日本のえなわ漁船が尾数で大西洋の 96% 近くのキハダを漁獲し, その資源量は全体の 80% 近くにたっている (表 4)。したがってとりあえず上記 6 海域における えなわ対象魚群の分布にみられる季節変化を問題にする。

Table 4. Catch in number and relative abundance of yellowfin tuna exploited by Japanese longline fishery in six major fishing areas and the ratio to the whole Atlantic Ocean, 1961-65.

	Total	N'2	N1	E1	E2	E3	E4	Subtotal	Other area
Catch in number	4,624	55	124	180	980	1,091	2,005	4,435	189
(thousand fishes)	100%	1.2%	2.7%	3.9%	21.2%	23.6%	43.4%	95.9%	4.1%
Relative abundance	2,086.15	135.67	185.12	183.13	374.81	286.71	491.65	1,657.09	429.06
	100%	6.5%	8.9%	8.8%	18.0%	13.7%	23.6%	79.4%	20.6%

海域毎の魚群の相対量の時間的変化をとりあつかう場合には海区の面積の違いの影響を除いた方が便利である。以下の論議では, 1961~65 年における小海域別月平均密度指数 \bar{d} を用いる (式 2)。

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{\alpha} \sum_{j=1}^{m_i} A_{ij} \frac{C_{ij}}{g_{ij}}}{\sum_{i=1}^{\alpha} \sum_{j=1}^{m_i} A_{ij}} \dots\dots\dots(2)$$

\bar{d} : ある小海域のある月の平均密度

- $A_{i,j}$: i 年目に操業があった j 番目の 5° ますめの面積
- $C_{i,j}$: i 年目の j 番目の 5° ますめにおける漁獲尾数
- $g_{i,j}$: j 番目の 5° ますめで i 年目に用いられた鈎数
- n_i : i 年目に操業があった 5° ますめの数
- a : 操業があった年の数

月別、海区別平均密度は当然のことながら図 10 に要約した二つのグループの移動を反映している (図 12)。

ギニア湾東部の E4-2 では東部グループが 12 月から 3 月にかけて集結するが、それに対応して密度指数が高まる。もちろんこの時期においても東部グループのすべてが湾東部に集まるのではなく、その一部はギニア湾西部の E4-1 からその沖合 E3-2 にも残っていると考えられ、これらの海域でも 2~4 月に高い密度指数がみられる。北半球の春から夏にかけて、このグループがギニア湾から移動する。それに対応して E3-1 の密度指数は 7~9 月に高まり、アフリカ沿いに魚群が北上するのが示唆される。一方 E4-2 小海域における密度指数が 4 月以降急減するのに対して、E4-1 では 6 月まで、E3-2 ではひきつゞいてゆるやかに減少している。これは西方への移動を反映している。沖合へでた魚群の一部は 4, 5 月にかけて南寄りの E3-3 E2-3 両小海域にも達するらしく、この時期に密度指数が年間の最高値を示す。しかし南寄りのものも含めて北半球の夏には魚群は南赤道海流にそって西方に移動し、E2-2 海域では 6~8 月にかけて密度指数が増大する。以上のように 4~9 月にかけて沖合における密度指数が増大するが、逆にこの時期にはギニア湾ではキハダの分布はほとんどみとめられなくなる。

北半球の秋にはいるとキハダは北上経路を逆に南下し、冬にはギニア湾に集結するようになり、これを反映して、密度指数が E2-3, E3-1, E3-2 では低下し、E4-1, E4-2 海域では増大する。

西部グループは冬春季にメキシコ湾、カリブ海へ集結するが、これは N1, E1-1, E1-2 海域における 12~3 月の密度指数の高まりとして反映される。さらにこの高まりは、E2-1 海域、E2-3 海域の 2, 3 月にもみられ、ベネズエラ、ギアナ、ブラジル北部にいたる広い沿岸水域におよんでいる。北半球の春から夏にかけて、E2-1, E2-2, E2-3 海域の密度指数の高まりを指摘できるが、この時期は東側のグループの西進する時期に対応しているので、この密度指数の増大が、東西いつれのグループによってひきおこされているか区別することは不可能である。西のグループの一部が夏にメキシコ湾から Cape Hatteras 沖合方面に移動する過程は、8 月の N'2 海域における密度指数の増大とともに、N1 海域の 7~9 月での減少として現われている。

つぎに任意の 2 つの小海域の月別密度指数の間にみられる相関係数を調べてみよう。ここでは資源量の水準がほぼ安定した 1961 年から 1965 年の間の 5 ヶ年間の平均密度指数を取扱っているの、相関係数と魚群の移動の間にはつぎの関係があると考えておく。

前提-1: となりあった二つの海域 A, B の間を一つのグループのみが移動するならば、海域 A の密度指数は同じ月、または比較的ずれの小さい月における海域 B の密度指数と高い相関を示すはずである。この場合、ずれた月数 n は移動の方向と速度を示唆するものと考えられる。

前提-2: 他の海域を間にはさむ二つの海域を一つのグループのみが移動するならば A の密度指数と n ヶ月ず

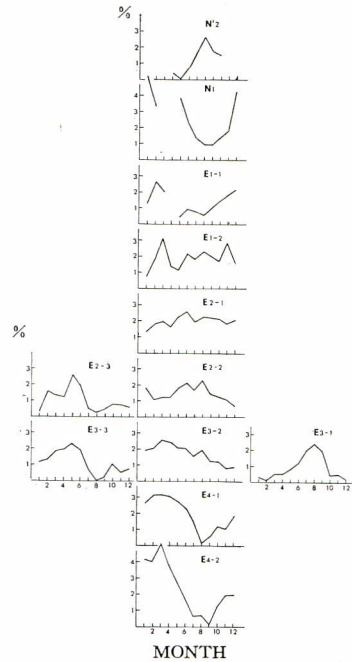


Fig. 12. Monthly average of density indices of yellowfin tuna exploited by Japanese longliners in 12 major fishing areas and sub-areas in the Atlantic Ocean, 1961-65.

らせたBの密度指数の間で高い相関がえられる。このさい、中間の海域との相関をもっとも高くするためにずらせた月数を n' とすると $|n| > |n'|$ である。

前提-3: ある海域に二つのグループが来遊するならば、その海域の密度指数と、それととなりあった海域のそれとのあいだには、はっきりした相関はみられない筈である。ある海域と、それから遥かにへだたって、間にいくつもの海域をはさんだもう一つの海域との間にたとえ高い相関がえられたとしても、その相関自体を直ちに魚群の交流と結びつけることはできない。なぜならば、中間に不連続な海域があって、直接魚が交わり合うとは考えられない2つの海域に、それぞれ別の魚群があったばあいにも、両者の分布密度の季節変化がおたがいに相関関係をもつように見えることがありうるからである。このような見かけ上の相関は、とくに環境の季節変化の影響を受け易い分布の末端に近い海域では起り易いと思われる。

この前提の下で主分布域である N'2 から E4-2 に至る 12 ヶの海域のあいだで 5 ヶ月前から 6 ヶ月後までずらして求めた月別平均密度の相関係数を検討してみよう (図 13)。

1: 南北赤道海流および湾流にそった N'2, N1, E1-1, E1-2, E2-1, E2-2, E3-2, E4-1, 4-2 の各小海域について、となりあった海域間の相関係数の変化をみると、E1-2~E2-1 の組合せを除いて他の場合に

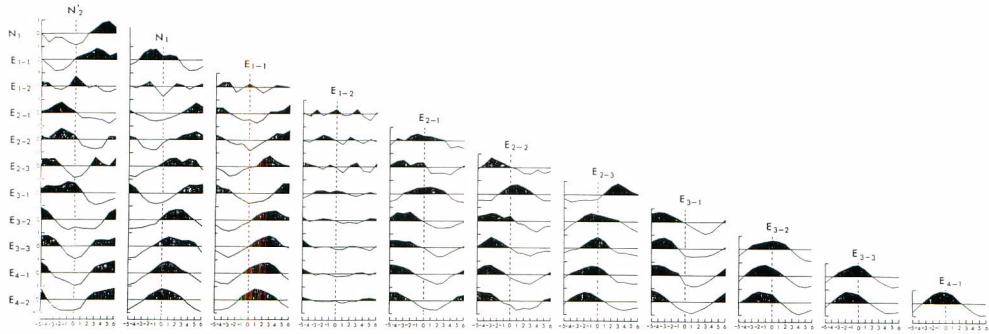


Fig. 13. Coefficients of correlation between average monthly density indices of yellowfin tuna exploited by Japanese longline fishery in 12 major fishing areas and subareas in the Atlantic Ocean, 1961-65.

Numerals on ordinate denote coefficients of correlation between monthly indices in the area given at top and monthly indices in the month, or one to five months earlier, or one to six months later in the area given at left of the figure. Numerals on abscissa denote differences of months for the combined two areas.

Taking the left top figures, for example, monthly density indices in Area N'2 are not correlated with those in Area N1 in five months earlier as the correlation coefficient for abscissa of -5 is zero. Negative coefficients are obtained between the density indices in Area N'2 and those in Area N1 in one to four months earlier. Monthly density indices in the two areas in the same months show most significant negative correlation with each other as the coefficient for abscissa of 0 is lowest, -0.91 . Monthly density indices in Area N'2 are negatively correlated with those in Area N1 in one or two months later, but positively with those in three to six months later. The coefficient reaches to a maximum, 0.96 , for a combination between the density indices in Area N'2 and those in Area N1 in five months later. Since these two areas are continuous with each other and since the Area N'2 is located in the temperate zone, it is assumable that the fish will move into southern area in winter five months after concentrating the northern area.

は 0.7 以上の値があらわれている。これは E1-2 海区あたりを境にして、その西側の N'2, N1, E1-1 には西のグループのみが、また E3 以東では東のグループのみがそれぞれ主体を占め、その中間には二つのグループが来遊するという事を裏付けている。

西側のグループでは、N1 は 1ヶ月前の E1-1 と、N'2 は 5ヶ月後の N1 と 0.8~0.9 の相関係数を示す。これは西のグループは E1-1 と N1 とで北半球の冬をこすが、半年後の夏には Cape Hatteras 付近へ来遊することを示唆している。N1 と N'2 の間の 5ヶ月というずれは、前者が熱帯水域にあるために冬に魚群が集り、後者は温帯水域に位置するために来遊期が夏に限られていると考えられることからみて説明がつく。

東側のグループでは南赤道海流のみでなく、そのすぐ南側や北側にはり出した海域間でも有意な相関がみられ、とくに E2-3 以東ではずらした月数にたいする相関係数の変化はなめらかである。E4-1 では同じ月または 1ヶ月前の E4-2 との間に 0.8 以上の相関が観察されている。これは西進期の移動が明瞭であることに対応する。E3-2 と E4-1 の組合せについてみると、相関係数は同じ月に対しては 0.66, 1ヶ月前との間には 0.83, 2ヶ月前では 0.75 で、やはり顕著な西進があることを示している。また E3-2 と E4-2 の間の相関係数は、2ヶ月前のばあいに 0.82 でもっとも高く、これからも顕著な西進移動がみとめられる。E3-2 とその南に広がる E3-3 との相関はやはりほぼ同じ月同志の間で大きい値になる。E3-2 については、相関係数をもっとも高くする月のずれ数は E3-3 にたいしては 0 であるが、E4-1 にたいしては -1, E4-2 にたいしては -2 で同じ魚群が次第に西進するという説明があたえられる (前提-1)。

E3-3 の場合、月のずれ数は E4-1 にたいして 0, E4-2 にたいしては -2 でやはり東の海域から西の海域へと魚群が移動していくことが示唆される。同じように、E3-1 では E3-2, E3-3 にたいして -3, E4-1 にたいして -4, E4-2 にたいして -5 魚群が漸次移動する状態を示しているといえる。E2-3 は南赤道海流の南側にあるので、そこでの季節変化は南赤道海流の北側に位置する E3-1 とはかなり異り、3ヶ月後のそれと最も高い相関 (0.84) を示す。一方南赤道海流域にある E3-2 に対しては、月のずれ数は -1, E3-3 とは 0, E4-1, E4-2 とは -1, -2 となり、E2-3 の海域でも、魚群はこれより東側の海域と密接に関係していることを示唆している (前提-2)。

2: E1-2 海域における平均密度は他の海域との間にまったく相関を示さない。これはこの海域には西のグループが周年にわたって分布しているのみでなく東のグループも来遊するという上述の前提-2 にあたるケースである (前提-3)。

3: 見かけ上の密接な相関が直接魚群の交流のないと思われる海域間、たとえば N'2, N1 と E3-1 以東の海域との間にみられる。N1 と最も高い相関を示す月のずれ数は E2-3 にたいしては +2, E3-1 に対しては -5, E3-2 に対しては +2, E3-3, E4-1 に対しては +1, E4-2 に対しては同じ月で、地理的な距離の増大に反してずれた月数は小さくなる。おそらくこれは見かけ上の関係を示すにすぎず前提-3 に相当するケースである (前提-3)。

上述の海域別、月別年平均密度指数の相関からもキハダの濃密分布域 N'2, N1, E1~E4 海域のうち、N'2, N1, E1-1 は西部グループのみ、E3, E4 は東部グループのみが現われるが、E1-2, E2 海域では北半球の春から夏にかけて両グループが混合すると判断してよさそうである。

III 表層漁業の対象ストック

セネガルからアンゴラに至る大西洋アフリカ沿岸で操業する竿釣およびまき網を用いたまぐろ漁業とそれが対象とするキハダのストックの移動については ORSTOM, とくにその Pointe-Noire センターによって研究されている (LE GUEN *et. al.* 1965, 1968, LE GUEN・POINSARD 1966, POINSARD 1967)。本間他 (1969, p. 85-113) はそれらを総述するとともに日本船の資料も用いてこの水域のキハダの移動を検討している。その結果に基づいて本海域におけるキハダのストックの構造と移動とを要約するとつぎのとおりである。

1. 漁獲物の生物学的特性

1-1 体長組成

ギニア湾において表層漁業で漁獲されたキハダの体長組成資料は3通りえられている。

第1は日本のまき網船による1967年2~7月の漁場別体長組成である。第2はPointe-Noireに水揚する竿釣船から得た1965年7~11月の体長組成、第3はやはり同港に水揚した竿釣船から得た1967年3~11月の体長組成である。第3の資料は吻と第1背鰭前端までの距離(背鰭前長)で測定されたのち尾又長に換算されたものである。

日本のまき網船が漁獲したキハダは38 cm から176 cm にわたり、55 cm, 80 cm, 100 cm, 130 cm, 155 cm に5個のモードが認められる。このうち130 cm 以上のモードははえなわ漁獲物のそれに匹敵し、それより小さい80 cm, 100 cm の個体は数は少ないが、やはりはえなわでもとられるものである。そして80 cm 以上の魚は大きさによって分布域を異にしており、130 cm 以上の大型魚は南赤道海流およびギニア海流の影響を受けるAbidjan沖合に、100~120 cm 前後の中型魚はベンゲラ海流とギニア海流の接触によって前線が形成されるPointe-Noire沖合でとられている。それにたいして55 cm 前後の小型魚ははえなわではほとんどとられず、しかもまき網漁場のほとんど全域で漁獲され沿岸の表層に広く分布している。

フランスの竿釣船による漁獲物の体長はんいは前述のまき網と同様であるが、主なモードは1965年には55~60 cm および105~115 cm に、1967年には55 cm 付近および85~95 cm に現われ、いずれも月とともにモードの位置は大きい方へうつる。しかし、モードの移動は体長の大きいものでは顕著であるが、小さいものではあまりはっきりしない(本間他1969, p.104)。

ORSTOM Pointe-Noire センターのLE GUEN氏によるとギニア湾沿岸の水揚地、少くともDaker, Abidjin, Pointe-Noire では体重3 kg 以下、つまり体長55 cm 前後あるいはそれ以下の小型魚は安く取引されるので、漁業者はなるべく大きいものを狙うといわれているから、小さいモードで代表される群は仮に漁獲物の中での出現数は少なくとも漁場内に広く分布していると思われるという。また日本のまき網船を除いて、一般に竿釣り漁業では、体長120 cm 以下のものももっとも重要な対象となっていると考えることができる。以上の観察結果から表層漁業は体長80~120 cm の未成魚を主対象として操業するが、沿岸全域の表層に広く分布する体長55~60 cm の若魚も多獲し、さらに若干の成魚を漁獲するといえる。すなわち表層漁業の単位努力当漁獲量は主として未成魚および若魚の分布密度を反映するといって差支えない。

1-2 生殖腺指数

日本のまき網船が漁獲したキハダの一部については生殖腺重量が測定されているが、生殖腺指数は2.0をこえておらずまき網漁獲物は未熟の個体からなるといえる(本間他1969, p.106)。もっともこの大きさのものについても4月以降生殖腺重量の増大が示唆されるので、8月以降になって産卵する可能性はあるが残念なことにはこれを実証するような資料がえられていない。

はえなわと異なりまき網が産卵中の成魚を漁獲することはよく知られているから(ORANGE 1961, p.465, 467, 森1970 p.224), ギニア湾においても産卵する個体がないとはいいい切れないが、少くとも現在までに知られた範囲では120 cm 以上の成魚も索餌期のものである。

2. 魚群の分布状態

2-1 漁場と漁期

本間他(1969)は日本の竿釣船、まき網船、およびフランスその他の竿釣船、まき網船のうちDakar, Abidjan, Pointe-Noireに入港したものの操業位置別漁獲量および航海日数、あるいは操業回数などの断片的な資料に基づいて漁場のはんいおよび漁期の推移をつぎのようにとりまとめている。

日本船はFernando島周辺を除くDakarからPointe-Noireに至る海域の100 m 等深線沖合200 哩の

はんいで操業する。フランス船の漁場は歴史が古く隻数が多いだけにさらに広く、Dakar から Angola にたつるといわれるが、操業位置はおおむね日本船と同様沿岸部である。主漁場は Dakar~Lagos, São Tomé~Pointe-Noire にかけての水域である。漁期は前者では 4~6 月および 9~12 月、後者では 7~10 月である。

2-2 魚群の移動

未成魚および若魚を主体とする表層漁業の対象魚群の移動について本間他 (1969) は、つぎのように考えている。まず体長 55 cm 前後の若魚は Fernando 島周辺を除いてセネガルからアンゴラに至る広い水域に分布する。しかし、かれらは漁業の主対象ではない。その分布域はベンゲラ海流の季節的消長にともなって移動し、寒流勢力の衰退する 2~3 月頃にはアフリカ西岸にそって南にむかって拡大し、勢力の増大する 7~10 月には北方に縮少する。

体長 60 cm から 80 cm のキハダはあまり漁獲されないが 80 cm をこえる未成魚は 7~10 月には 5°E 以東のアフリカ西岸周辺で多獲される。この時代になると体長による分布域のちがいが現われ 1~4 月には魚群は表層漁場外のギニア湾沖合に分散する。そのなかにはその後アフリカ大陸西岸からはなれて西方あるいは北西方に移動するものもあると推定される。

IV 論議および要約

近年大西洋のキハダにたいする関心が急激に高まるとともに、その漁業生物学的な研究もすゝめられ、その結果が相次いで発表されるようになった。本研究が進められている間にも移動、形態の特徴および個体群構造にかんして WISE・LE GUEN (1966), LE GUEN・POINSARD (1966), BAUDIN-LAURENCIN (1967), POINSARD (1967), LE GUEN 他 (1965, 1968), ZHAROV (1967), BAUDIN-LAURENCIN・MARCHAL (1968) YANG 他 (1969) の研究結果が発表され、また日本の調査船による稚仔魚の採集結果も整理されつゝある (上柳未発表)。これらの情報を用いて本節では、表層漁業の単位努力当り漁獲量は若魚および未成魚、はえなわの釣獲率から計算した魚群量は索餌成魚の分布密度を反映するという前提そのものと、それにもとずいて推定された移動経路を検討するとともに、キハダの個体群構造の特徴および今後進めるべき調査についての意見をのべる。

さきに表層漁業の主対象である体長 50~120 cm のキハダが、成長にともなう分布様式の違いから、体長 55~60 cm 前後の若魚と、体長 80 cm 以上の未成魚とに区別されることを指摘した (本間他 1969, p.110)。この想定にたいする一つの傍証は BAUDIN-LAURENCIN・MARCHAL (1968) によって行なわれた体各部の体長にたいする相対成長の研究から得られる。同氏ら (p.20) は 1959 年 3 月から 1962 年 3 月に Abidjan 近海でまき網によって漁獲された体長 45~130 cm にわたる 308 尾のキハダの体各部を測定して、頭長、吻端から第 1 背鰭前基部までの距離といった体前部における距離や、体高、第 2 背鰭、臀鰭の長さが、性成熟の始まる体長 80 cm 前後を境に急激に変化するとのべている。すなわち体長 50 cm 前後の個体と 80 cm 以上の個体とでは分布海域のみならず、形態においても顕著な変化が認められるのである。もっとも本間他は前者を若魚、後者を未成魚と呼んでいるのにたいして、BAUDIN-LAURENCIN・MARCHAL はそれぞれ未成魚、成魚と考えているが、この点についてはつぎのように説明される。

元来魚の発育段階は体の大きさに対応するけれども、ある特定の大きさに達したときに全ての個体が一時に一つの段階からつぎの段階に進むわけではない。たとえば ORANGE (1961, p.467) は太平洋東部赤道水域で表層漁業の対象となっているキハダの初成熟体長を 50 cm 前後と考えているけれども、主産卵場における体長別にみた成熟個体の割合は 80~90 cm では 22% にすぎず、100~110 cm にたつて 50% となり、150 cm をこえて始めて全ての個体が成熟するとのべている。ZHAROV (1967, p.4), 本間他 (1969, p.106, 107) も大西洋東部赤道水域で表層漁業の対象となるキハダはきわめて未熟であることを示した。これらの情報から判断すると 80 cm 前後で成熟するものはごく一部にすぎないと考えた方が良いと思われる。そうすると未成魚は“成魚と同じ形態を具えた段階” (HUBBS 1943, 内田 1930 p.79, 80) というだけでなく、そのような形

態をもっているために、成熟のための条件があれば産卵できるようになった段階であると考えた方が実際的であろう。BAUDIN-LAURENCIN・MARCHAL は、はえなわの対象となる大きな魚をとりあつかっていないので、未成魚、成魚をそれぞれ 50 cm 前後、80 cm 以上としたのであろう。大部分の個体が産卵するような体長は 120 cm をこえているということを考慮すると、むしろ 50 cm 前後のものを若魚、80~120 cm 以上を未成魚、120 cm 以上を成魚とするという区分の方が、キハダの発育をよく反映するであろう。

現在えられている情報からは、成魚段階での産卵期と索餌期に対応する分布変化はとらえることはできなかった。ZHAROV (1967, p. 4) は洋心に分布するキハダは産卵にともなって高温域に移動することを示唆しているけれども、その実証的な資料はあてていない。しかし、はえなわ漁獲物にみられたように生殖腺指数と、資源量指数とがあいともなって増大することは、生殖腺重量の資料の収集をまって、成熟段階別の釣獲率分布を吟味する必要があることを示唆している。なお生活年周期にかんする情報は、かならずしも生殖腺の観察のみから得られるのではない。たとえば薬科・久田 (1970) がミナミマグロについて示したような肉質や肥満度をキハダについても検討することによって、産卵期を区別し、移動を明らかにするという事も考えられる。

本報告で解析した資料とその後えられた情報をまとめると、大西洋のキハダの移動をつぎのように考えることができる。まず日本のはえなわ漁船の主対象である索餌期の成魚は南北赤道海流、反流およびそれに接続する暖流域を主な生活領域としている。その釣獲率分布は顕著な季節変化を示し、二つの移動経路が想定される。

第1は北半球の冬にギニア湾に集結し、春から夏にかけて南北赤道海流にそって北西に分布域を拡げ、夏にはブラジル北東の沖合にたっし、秋になると南東に移動し、冬にふたたびギニア湾沖合に帰る経路であり、第2は冬春季にメキシコ湾、カリブ海およびブラジル北方の沖合に集結し、春から夏にかけて一部はメキシコ湾から Cape Hatteras にたっし、秋から冬にはそれと逆に南下する経路であり、その一部はブラジル北東沖合へ出て洋心部にむかい、そこでギニア湾方面から西進したグループと接触する。

つぎに大西洋東部沿岸域で表層漁業の対象となる若魚および未成魚は、環境の変動にともなって 100m 等深線のすぐ沖合をこれにそって南北に移動する。そして若魚から未成魚となるにしたがって沖合に移動し、未成魚末期から成魚期にかけて大部分ははえなわ漁場に移行する。

この移動経路にかんする推論は、少くとも大西洋のキハダが単一の系統群であるという林・本間 (1969, p. 69) の仮定が必ずしも適切でないことを示している。しかし、WISE, LE GUEN (1966, p. 12) がいうように、はえなわの対象となっているストックが画然と2つに分かれているともいえない。同氏は月別釣獲率の年平均値の変化傾向が東部水域では、西部水域より顕著であることを重視している。しかし、西部水域には比較的未成魚が多いから、かりに同じストックであってもはえなわの間引きによる資源の減少は西部より東部で著しくなるはずであって、単に釣獲率の年変化から、東部と西部との魚がまったく別であるとはいきれない。

また WISE・LE GUEN は東部大西洋内または西部大西洋内の任意の二つの水域における月別釣獲率間の相関係数は高いが、東部大西洋内の水域と西部大西洋内の水域の間では低いことをとりあげている。しかし、近接した水域の間では、釣獲率に影響する環境条件が共通しており、そのために釣獲率の季節変化が、系統群構造にかかわらず近接した海域内では似通い、離れた海域間では異なることに注意する必要がある。いずれにしても、漁獲統計自体は、魚の分布状態のみでなく、そのとられ易さによっても変化するという事に注意しておく必要がある。今回用いたはえなわの資料でも、資源量指数が9月に非常に低くなることは、この季節に漁業がストックの一部を追跡し切っていないことを示唆している。表層漁業についていえば、少なくとも3つの問題が指摘できる。第1に魚が表面近くに密集したさいにはじめて漁獲できるので、海洋条件とくに躍層の変化が、分布密度の指数である単位努力当漁獲量に影響している。第2に操業はなんも漁獲技術その他の条件によって制限される。つまり竿釣船は勿論フランスのまき網船も活餌を使う関係上、その操業水域は餌を漁獲し、運搬できる沿岸水域に限られる。第3に ORSTOM, Pointe-Noire センターの LE GUEN 氏が、1968年同地を訪れた調査船照洋丸の調査員に語ったところによると、アフリカ沿岸でとられている経済的な体長制限がある。したがって表層漁業の漁獲分布も魚の分布から偏っていると考える。

漁業以外のなんらかの方法で分布を調べるということは、それ自体固有な偏りを含むにしても、その偏りが漁業による偏りと同じであるとは限らないので後者を補正するいみをもっている。残念ながら現在入手しう

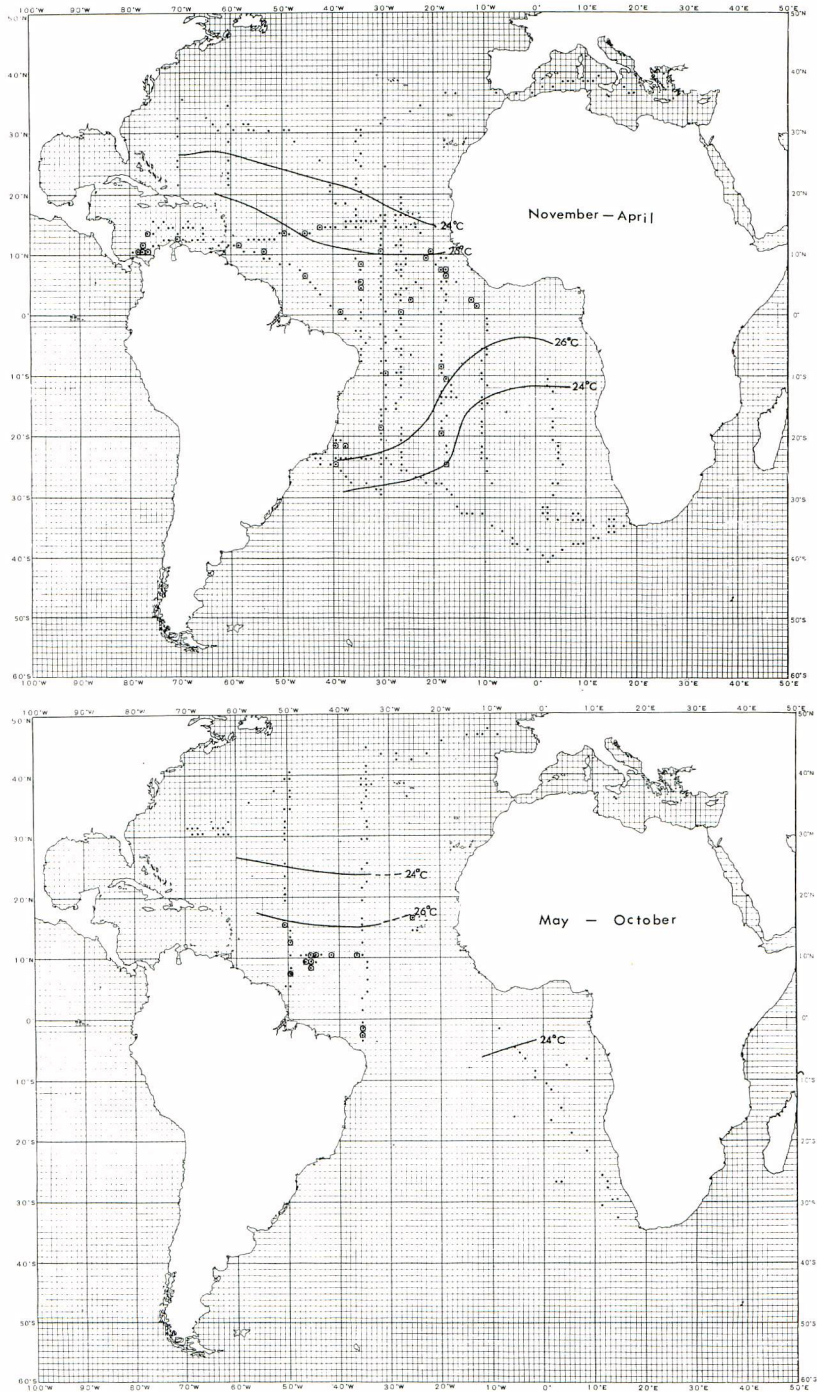


Fig. 14. Station patterns in the Atlantic tuna surveys conducted by Japanese research vessels, 1959-60 and 1965-68. Based on unpublished data prepared by UYANAGI. Open circles denote occurrence of postlarvae and juveniles of yellowfin tuna.

漁業以外の情報は、断片的に行なわれたプランクトンネットによる採集結果だけである。

上柳(未発表)によるとキハダの後期仔魚および稚魚は南北赤道海流およびブラジル海流域に広く分布し、そのはんいは $25^{\circ}\text{S}\sim 15^{\circ}\text{N}$ にたつする(図 14)。そして水温 26°C 以上の海域ではほぼ周年にわたって産卵し、少くとも現在の資料では産卵場の隔離を主張することはできない。いいかえると、はえなわの釣獲率からみる限りでは大西洋赤道海域にすくなくとも二つのグループがあるようにみえるけれども、両者はその産卵場まで互に隔離されているとい切れるような単純な関係にあるわけではない。

これはキハダの個体群構造を考えるにあいには先に定義した「系群」は適用されにくいことを示している。さきに系群は「分布、繁殖を同じくする個体の集り」と定義した。このような系群はヨーロッパのニシンのように春と秋との産卵が比較的確に区別される種類では、HEINCKE (1898) のいう「毎年同じ時期に同じ場所へ産卵するため来遊する個体の集り、つまり *race*」に対応する。しかし大西洋のキハダでは産卵の隔離は上述のとおり不明瞭であり、「*race*」の概念は適用しにくいように思われる。つまり産卵場が連続していても、必ずしも全個体が混合するとは限らないし、もちろん混合がないともいきれないからである。したがって、主として漁獲分布から移動を論じている現段階では、大西洋のキハダ個体群における系群を識別することはできず、たんにつぎのようなグループがあると考える。

キハダは大西洋の南北赤道海流およびそれに接続する暖流域で産卵するが主な産卵場は赤道海域にある。この海域内で産卵が隔離しているかどうか判らないが、主要な発生群は若魚期にアフリカ西岸およびブラジル北東方からカリブ海にいたる比較的沿岸に近い水域に集る。その後、未成魚期をおわるまでは沿岸域で南北方向にわたる季節回遊を行う。未成魚期の終り頃から沖合の中層に移動しはえなわの主対象となる。この時代には主としてギニア湾周辺に分布する東部グループとブラジル北東岸からカリブ海メキシコ湾に至る水域に分布する西部グループとに区別され、II-2-1 節でのべたように東部グループの成魚は北半球の冬にはギニア湾に集合し、夏にはアフリカ大陸沖合を北上するとともに、その一部は沖合に移動しブラジル北東沖合にたつする。また西部グループは冬にはメキシコ湾、カリブ海、ブラジル北東沖合に集り、夏になると分布域を拡げ、洋心部でギニア方面から西進した東部グループと接触するとともにメキシコ湾から Cape Hatteras 沖合にたつする*(図 15)。

なおここでは詳細にふれることはできなかったが、南北方向には二つの型の移動が考えられる。一つは北米沿岸のみでなくブラジル海流に沿って南半球の夏にみられる季節的な南下回遊である。他の一つは体長組成の海域変化から示唆されるように高令魚の洋心部を含む中緯度海域への移動である。

最近行なわれた YANG 他 (1969) の外部形態の海域変化にかんする研究は、上述の推論を検討する一つの鍵をあたえている。同氏は 1964, 1965 年に北緯 40 度から南緯 6 度、東経 6 度から西経 83 度の間で 10 回にわたってえられた体長 70~155 cm にわたる 296 尾のキハダを測定し、南北方向にはクラインが認められるが東西方向における変異は明らかでないとのべている。この結果は少くとも主分布域である赤道流域における東西方向の移動を否定しない。南北方向のクラインは、南北赤道流域を外れて体長が大きくなり、それにとまって相対成長に変化がおこることを示唆しているとも考えられる。

* この研究を終了する直前に入手した ZHAROV (1967, p.4) の推論は私たちのそれに近い。同氏は大西洋東部とくにギニア湾周辺からモーリタニア周辺に移動する一つのグループがある他、メキシコ湾、ブラジル北東沖合、ブラジル南東沖合にそれぞれ一個のグループがあり、これらのグループは季節によって分離、集合をくり返すと考えているのである。これらのうちブラジル南東沖合のグループは LIMA・WISE (1963, p. 1518, 1519) が示した 1957~61 年における 15°S 以南、11~3 月の釣獲率の増大に対応するものであるが、その豊度は低い。すなわち同氏の見解は、はえなわ対象ストックは北半球の冬には大西洋の東側と西部とに分かれるけれども、春から夏にかけては連続するとともに、北方に拡がってゆくという点で本研究での推論と一致している。この二つのグループの間には形態的な差は確認されておらず、しかも北半球の夏には分布が重なり合うので完全に隔離してはいないと考えざるをえない。しかし漁獲統計の解析による限りでは程度の差こそあれ、はえなわ漁業の対象ストックに集合の場所を異にする二つのグループがみかけ上のものである場合もふくめて存在することは明らかである。

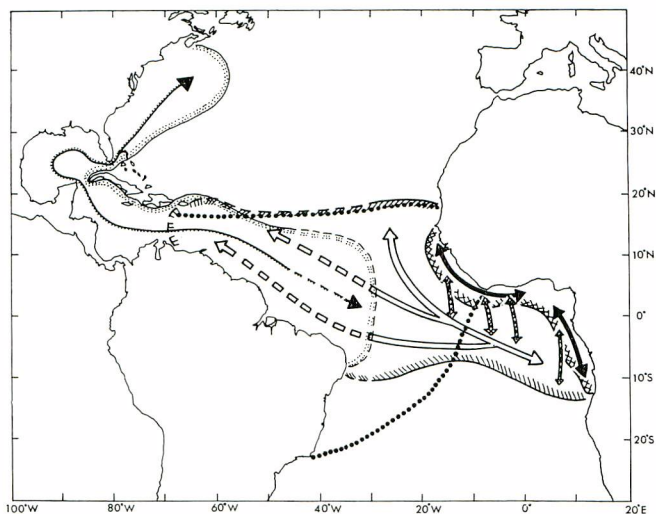


Fig. 15. Schematic representation of distribution ranges and migratory routes of two major groups of yellowfin tuna in the Atlantic Ocean.

- distribution range of juveniles
- ▨▨▨▨▨▨ distribution range of youngs and immatures of the eastern group exploited by surface fisheries
- ▨▨▨▨▨▨ distribution range of immatures and adults of the eastern group exploited by longliners
- ⋯⋯⋯⋯⋯ distribution range of immatures and adults of the western group exploited by longliners
- ↔ migratory routes of youngs and immatures of the eastern group
- ↔ migratory routes of immatures of the eastern group
- ↔ migratory routes of immatures and adults of the eastern group
- ↔ migratory routes of immatures and adults of the western group

大西洋ではえなわおよび表層漁業の対象となるキハダのストックの構造にかんする以上の仮説は、大規模な漁業の記録に基づいているために、第1近似としてはかなり妥当性が高いと思われるし、またその正しさは漁業自体によってある程度うらざけられる可能性をもっている。つまり漁業が存在する限り、移動経路についての予想は、単位当漁獲量(cpu)の時空分布を通して毎年くりかえして吟味することができる。それと同時に同じグループに属する個体間で共通にみられるはずの性質がどのように現われるかという作業仮説を立てて、それを検証する必要がある。そのためにはいくつかのものが考えられるが、現在技術的に可能と思われるものとして、形態比較、集団遺伝学的特徴および標識放流といった手段があげられる。以下それぞれの手段ごとに、実施条件を考慮して、予想される結果を以下の通り提出する。

(1)形態比較：頭長、鱭の長さなどマグロ類の分類や系群の識別に用いられてきたいくつかの外部および内部形質がある(AHLSTROM 1957, ROYCE 1964, BAUDIN-LAURENCIN・MARCHAL 1968 YANG *et. al.* 1969)。これらの形質は遺伝によって、発育段階によって、また環境条件によって変化する。したがって二つのグループが分離する冬にはギニア湾とブラジル北東沖合とで調査すると、同じ発育段階にある個体の間にも

地域差が認められる可能性がある。東部グループの一部が西進する夏期にはギニア湾からブラジル北東沖合に向けて二つのグループの接触の程度のアラわれとしてクラインがみられる可能性がある。

(2)集団遺伝学的手法：血液型組成の比較はマグロ属に近いカツオではすでに実用化されつつある（鈴木 1967, FUJINO 未刊）。この他に血清および蛋白の特徴についても広く採用されつつある。この方法にはいくつかの欠陥も指摘されているけれども発生後混合が進んでいない段階、おそらく現実にはギニア湾周辺で漁獲される若魚の特徴を調べ、それと試験操業によってカリブ海方面で同じ発育段階の個体をとって比較することから出発せざるをえないであろう。もし両者の間に有意な差があれば冬期には地理的な分離が、夏期には東西にわたるクラインが認められ、その時空間変化からやはりグループ間の分離と混合の程度が判定されよう。

(3)標識放流実験：もっとも直接的な方法であるが、大量に生きた個体を手しなくてはならないという制約をもっている。この実験は実施のしやすさを考えるとギニア湾で竿釣りによって漁獲される魚群を対象に行うのがもっとも適当である。表層漁業の対象となっている個体は東部グループに属するはずであり、それによってとられている若魚（55 cm 前後、1才）に標識をつければ、若魚期には沿岸域を生活圏としているので、表層漁業でとられはじめ、翌年未成魚期に達すると再捕位置はより沖合の広い海域にわたるようになり、表層対象群がギニア沖合に分散しはえなわ対象群がギニア湾に集結して両者が混合する1~3月にはえなわによって再捕をみるようになるはずである。成魚期の3月以降西進期に入るとアフリカ大陸西岸にそって北方および西方に向けて移動をするものがあるという想定にもとずけば、セネガル沖合及び洋心部で再捕されるはずである。さらに西進したものはブラジル北部沖合で再捕をみるはずであるが、西部グループのみが分布する E1-1 以西の海域では再捕されないうら。また冬季にカリブ海を中心に標識放流を行うことができるならば夏季には一部は Cape Hatteras 沖合、一部はブラジル北東沖合で再捕されるようになり、二つのグループの関係を追跡できよう。

もっとも、標識放流、形態比較を含む膨大な資料が集積されている太平洋東部のキハダについても、HEINCKE の「race」に対応する系群は識別できなかった（JOSEPH 他 1964 p.69）。上村・本間（1963, p.49）は太平洋中西部のキハダ個体群が「高度に独立したものでも完全に混合された均質な集団でもなくて半独立な集団」から成り立つと考える方が妥当であることを指摘している。大西洋のキハダの個体群構造を明らかにするに当っては、系群識別にかんする手法の導入と並行して、系群の定義をさらに検討していく必要がある。

文 献

- AHLSTROM, E. H. 1957. "A review of recent studies of subpopulation of Pacific fishes" *U. S. Fish and Wildlife Service, Spec. Sci. Rep. Fish.* (208), 44-73.
- BAUDIN-LAURENCIN, F. G. 1967. "La pêche de l'albacore dans la région nord-équatorial du golfe de Guinée" *Doc. Centre ORSTOM Abidjan*, (15), 23p.
- BAUDIN-LAURENCIN, F. G. et E. G. MARCHAL 1968. "Contribution a l'étude biometrique de l'albacore *Thunnus albacares* du golfe de Guinée" *Ibid.*, (24), 34p.
- FUJINO, K. (MS.) "Range of the skipjack tuna subpopulation in the western Pacific Ocean"
- 林 繁一 1967. "キハダ資源の研究における生活概念の発展の方向" 国際黒潮共同調査関係水産海洋研究班報告および関係研究資料（昭和 41 年度），36-56，謄写。
- 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.
- HEINCKE, F. 1898. "Naturgeschichte des Herings. I. Die Lokalformen und die Wanderungen des Herings in den europäischen Meeren" *Abh. Deutsch. Seefischerei, Ver.2* (1), (久保・吉原 1957 より引用).
- 日高孝次 1965. "海流" 291 p. 2 Figs, 岩波書店, 東京.
- 本間 操・久田幸一・菅野昇十 1969. "アフリカ西岸におけるマグロ竿釣り・まき網漁業の近況とその漁獲対象となるキハダの漁業生物学的考察" 遠洋水研報告，(2)，85-113.

- HUBBS 1943. "Terminology of early stages of fishes" *Copeia*, (4), 260.
- IDYLL, C. P. and D. de SYLVA 1963. "Synopsis of biological data on yellowfin tuna *Thunnus albacares* (BONNATERRE) 1788 (Western Atlantic)" *Proc. World Sci. Meet. Biol. Tunas and Related Species*, 2, 771-777.
- Joseph J., F. G. ALVERSON, B. D. FINK and E. B. DAVIDOFF 1964. "A review of the population structure of yellowfin tuna, *Tunnus albacares*, in the eastern Pacific Ocean" *Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull.* 9 (2), 54-112.
- 上村忠夫・本間 操 1959. "太平洋におけるキハダ水揚げ物の体長と体重の関係" 南海水研報告, (11), 88-107.
- 上村忠夫・本間 操 1963. "太平洋のマグロ延縄漁場におけるキハダ *Neothunnus macropterus* (TEM-MINCK & SCHLEGEL) の分布" 同上 (17), 31-53.
- 川合英夫 1969. "熱帯大西洋における水温構造とマグロはえなわ漁場分布との関係について—I, 水温水平分布図と水温躍層高低図などによる考察" 遠洋水研報告, (2), 275-303.
- 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" 南海水研報告, (23), 131-208.
- 久保伊津男・吉原友吉 1957. "水産資源学" 345+12p, 共立出版, 東京.
- LE GUEN, J. C. et C. CHAMPAGNAT 1968. "Croissance de l'albacore (*Thunnus albacares*) dans les région de Pointe-Noire et de Dakar" *Doc. Centre ORSTOM Pointe-Noire*, (431), 24p.
- LEGUEN, J. C. et F. POINSARD 1966. "La pêche de l'albacore (*Thunnus albacares*) dans le sud du golfe de Guinée" *Ibid.*, (331), 20p.
- LE GUEN, J. C., F. POINSARD et J. GAYDE 1968. "La campagne thoniere 1967 à Pointe-Noire (Congo)" *Ibid.*, (428), 25p.
- LE GUEN, J. C., F. POINSARD et J. P. TROADEC 1965. "La pêche de l'albacore (*Neothunnus albacares* BONNATERRE) dans la zone orientale de l'atlantique intertropical, étude préliminaire" *Ibid.*, (263), 27p.
- LEVEDEV N. V. 1962. "ダーウィニズムⅢ—その歴史と現代の諸問題" 158 p. 渋谷寿夫訳, 明治図書.
- LIMA F. R. and J. P. WISE 1963. "A first examination of the abundance and distribution of yellowfin and albacore tuna in the western tropical Atlantic, 1957 to 1961" *Proc. World Sci. Meet. Tunas and Related Species*, 3, 1515-1521.
- 三村皓哉, 中村広司 1959. "インド洋海域とその周辺の漁場" マグロ延縄漁業平年漁況図, 昭和33年版. 353-414. 日本鯷鮪漁業協同組合連合会, 東京.
- 森慶一郎 1970. "日本近海太平洋側におけるマグロ類, とくにキハダ (*Thunnus albacores*) の産卵についての一考察" 遠洋水研報告, (3), 215-228.
- 中村広司 1954. "海流とマグロ漁場" 水産科学 14, 9-17, 水産研究者協議会.
- 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. 日本水産資源保護協会, 東京.
- ORANGE, C. J. 1961. "Spawning of yellowfin tuna and skipjack in the eastern tropical Pacific, as inferred from studies of gonad development" *Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. Bull.* 5 (6), 459-526.
- POINSARD, F. avec la collaboration de J. GAYDE 1967. "La pêche du yellowfin (*Thunnus albacares*) dans le sud du golfe de Guinée" *Doc. Centre ORSTOM Pointe-Noire*. (375), 29p.
- ROYCE, W. F. 1964. "A morphometric study of yellowfin tuna, *Thunnus albacares* (BONNATERRE)" *U. S. Fish and Wildlife Serv. Fish. Bull.* 63 (2), 395-444.
- 佐藤 栄 1965. "漁業資源調査研究の問題点" 漁業資源研究会議報, (3), 1-5.
- 新宮千臣 1967. "ミナミマグロの分布と回遊" 南海水研報告, (25), 19-36.

- 新宮千臣 1970. “ミナミマグロの分布と回遊に関する研究” 遠洋水研報告, (3), 57-113.
- 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” 南海水研報告, (21), 131 p.
- 須田 明 1962. “北太平洋のピンナガの魚群構造とその漁況変動” 同誌, (15), 1-37.
- SUDA, A. and M. B. SCHAEFER 1965. “Size-composition of catches of yellowfin tuna in the Japanese long-line fishery in the eastern tropical Pacific east of 130°W” *Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. Bull.* 10 (4), 265-331.
- 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 1-12 月” 183 p.
- 水産庁調査研究部 1966. “まぐろはえなわ漁業漁場別統計調査結果報告, 昭和 38 年 1-12 月” 320 p.
- 水産庁調査研究部 1967 a. “まぐろはえなわ漁業漁場別統計調査結果報告, 昭和 39 年 1-12 月” 375 p.
- 水産庁調査研究部 1967 b. “まぐろはえなわ漁業漁場別統計調査結果報告, 昭和 40 年 1-12 月” 371 p.
- 水産庁調査研究部 1968. “まぐろはえなわ漁業漁場別統計調査結果報告, 昭和 41 年 1-12 月” 299 p.
- 鈴木秋果 1967. “魚類の血液型” 日水会誌, 33 (4), 372-381
- 内田恵太郎 1930. “生物学 (動物学). 魚類. 円口類. 頭索類” 岩波講座, 岩波書店, 東京, 79-80.
- VILELA, H. et F. FRADE 1963. “Exposé synoptique sur la biologie du thon à nageoires jaiunes *Neothunnus albacora* (LOWE) 1839” *Proc. World Sci. Meet. Biol. Tunas and Related Species*, 2, 900-930.
- 薬科侑生・久田幸一 1970. “肉質及び体重の変化からみたミナミマグロの産卵生態” 遠洋水研報告, (3), 147-165.
- WISE, J. P. and J. C. LE GUEN 1966. “The Japanese Atlantic long-line fishery, 1956-1963” *Contribution* (35), 1-74. *Trop. Atlantic Biol. Lab. Bur. Comm. Fish.*, Miami, Florida.
- YANG, R., Y. NOSE and Y. HIYAMA 1969. “A comparative study on the age and growth of yellowfin tunas from the Pacific and Atlantic Oceans” *Far Seas Fish. Res. Lab. Bull.* (2), 1-21.
- YANG, R., Y. NOSE and Y. HIYAMA 1969. “Morphometric studies on the Atlantic albacore and yellowfin tuna” *Ibid.*, (2), 23-64.
- ZHAROV, V. L. 1967. “On migration of the yellowfin tuna, *Thunnus albacares* (BONNATERRE) in the Atlantic Ocean” *C. M. 1967/J:11, Pelagic Fish (southern) Committee, ICES*, 9.
- ZHAROV, V. L. 1968. “Age and growth of yellowfin tuna (*Thunnus albacares* BONNATERRE) of the Atlantic Ocean” *International Council for the Exploration of the Sea with the support of FAO, Symposium on “The living resources of the African Atlantic continental shelf between the Straits of Gibraltar and Cape Verde”*, Section: Fishes, (66), 8.