

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

川 合 英 夫

(日本海区水産研究所)

On the Relationship between Thermal Structure
and Distribution of Long-Line Fishing-Grounds
of Tunas in the Intertropical Atlantic—I

Analysis Based on Isotherms on Level Surfaces,
Topographies of Thermocline, etc.

Hideo KAWAI

(Japan Sea Regional Fisheries Research Laboratory)

Based on temperature data from EQUALANT I and II, IGY survey, *Meteor* expedition and Japanese tuna expedition, the thermal structure in the upper layer of the intertropical Atlantic is analysed. The distribution of hook rates by species and quarters of the year for 1° squares, calculated from the summation of all data in 1963 by the Division of the High-Seas Fisheries Resources of the Nankai Regional Fisheries Research Laboratory, is compared with the thermal structure. The working hypothesis obtained by the comparison is as follows.

Albacore

There is a thick, well mixed layer over the permanent thermocline inside the subtropical gyre. The 18° water in the Sargasso sea is an example of the homogeneous water. In the beginning of this study, the main fishing-ground was inferred to be in the 18° water, and the spawning-ground in the 20°/200 m water after the analogy of the Pacific. The inference, however, could not be verified by the actual data owing to that the albacore ground in the 18° water has not yet been exploited sufficiently, to that the albacore in the spawning stage is mostly captured in the Atlantic while the albacore in the feeding stage in the Pacific, and to that the study of the spawning ecology has not yet been developed in the Atlantic. A reliable conclusion is that the albacore grounds are concentrated in such waters with deep thermocline as in the Sargasso, Newfoundland and Brazil Thermal Bowls and in the Agulhas Thermal Trough

* 1968年5月10日受付 1968年12月1日受理 遠洋水産研究所業績 第15号

(cf. Fig. 4.). The albacore in young stage is, however, captured in the sea off Angola, where thermocline is certainly shallow. This situation is similar to that in the sea off California in the Pacific.

Bigeye

The main ground is found along the steepest slope of the topography of the thermocline, in other words along the thermal front at a subsurface depth, in the tropical and subtropical seas. Such subsurface fronts are classified into two large groups. One is the subsurface front along the current axis of the subtropical gyre. The other is the subsurface front around the thermal domes or ridges in the tropical sea. For instance, the so-called North-Pacific-Current ground and subtropical-convergence ground are included in the former group. The grounds along the fronts around the thermal ridges at the equator and at the northern boundary of the equatorial countercurrent in the Pacific are included in the latter. It is, however, hard for the tropical Atlantic to distinguish the front along the southeastern edge of the Sargasso gyre from that along the northwestern edge of the Cape Verde coastal upwelling water, and the front along the northeastern edge of the Brazilian gyre from that along the southwestern edge of the Angola coastal upwelling water. The main grounds are found in the vicinity of the fronts mentioned above. There are other fishing-grounds in the vicinity of the front along the northeastern edge of the Sargasso gyre and of the front along the edge of Rio coastal upwelling water, but no significant fishing-grounds are found in the vicinity of the front along the western boundary current such as the Florida Current, the Gulf Stream and the Brazil Current in a similar way as in the Kuroshio in the Pacific.

Yellowfin

The main ground is found in the sea which satisfies the two hydrographic conditions in the following simultaneously.

Condition 1. The surface temperature, strictly speaking the temperature of the surface mixed-layer, is extremely high. The temperature changes from ground to ground, but it exceeds 27°C in most cases. Accordingly, the sea around the thermal equator is an area which satisfies the condition.

Condition 2. The depth of the thermocline is shallow or islands or shoals are found in the vicinity. This might be substituted for the condition that the sea is abundant in foods of the fish.

The seasonal migration of the fish is well explained by the seasonal change in the distribution of surface temperature.

The difference in the thermal structure of the fishing-grounds between three tunas corresponds to the ecological affinity. Albacore grounds are distributed quite differently from yellowfin grounds, and bigeye grounds are ranked between them. Care must be taken in applying the hypothesis to the distribution of grounds other than the long-line fisheries, because the hypothesis is obtained for the stage of growth of tunas taken with the long-line.

Though a temporal check has been made for validity in applying the hypothesis to the tunas in the Pacific and in the Indian, more detailed check is necessary especially to one in the Indian.

目 次

1. はじめに
 2. 用いた資料
 - (1) 水温資料
 - (2) 釣獲率資料
 3. 等値線の描き方
 4. 水温構造とその模式化
 - (1) 400m 層水温
 - (2) 200m 層水温
 - (3) 100m 層水温
 - (4) 表面水温
 - (5) 20°C 面の深さ
 - (6) 水温躍層の深さ
 - (7) 南北中央水の上下限の深さ
 - (8) 水温構造の模式化
 5. ビンナガとキハダ釣獲率の水温躍層深度と表面水温に対する関係
 6. マグロ類主漁場の分布と水温構造との対応関係
 - (1) ビンナガ
 - (2) メバチ
 - (3) キハダ
 7. 従来の説との比較検討
- 参 考 文 献
- 付 図

1. はじめに

大西洋におけるマグロはえなわ漁場分布と海水諸性質分布構造との対応関係については、近年に至るまで殆んど研究が行なわれていなかった。という訳は、熱帯大西洋における主要なマグロ漁場の分布について、大まかな知識が得られる程度にまで、一般漁船の操業が本格化したのは、つい最近になってからである（塩浜・明神・坂本、1965）ことによる。一方、1963年より64年にかけて EQUALANT と呼ばれる、熱帯大西洋における国際協力一斉海洋観測が実施された。本報では、これら新資料を主な拠り所として、両者の対応関係について考察を進めてみよう。便宜上、第I報では、各層水温水平分布図および20°C面および水温躍層高低図などによる考察に、第II報では水温とPH鉛直断面図による考察にそれぞれ重点をおいて報告する。

表題でいうところの熱帯とは、南北両回帰線（緯度約23°27'）に挟まれた海域をさし、キハダおよびメバチのはえなわ漁業に関しては、重要な海域である。ビンナガに関しては、南半球の主漁場の一部は熱帯に存在するが、北半球の主漁場は殆んど温帯に含まれる。

本報では環境条件を代表するものとして、特に水温構造を選んだが、水温そのものではなくて、その構造が特に重要である理由は、以下の通りである。海洋生物が存在する地時点（その所その時）の水温・塩分・溶存酸素量・各種栄養塩の量、その他の属性を、時空間的分布より切り離して、それに対する海洋生物の存在量の関係を調べるのに留まっていたら、その関係は一般に漠然としてしまう。たとえば適水温や適塩分の中は、一般に広いが、またはその水温や塩分をもつ海水が、広範囲にわたって分布し、適水温や適塩分であっても、その生物が存在せぬ場合の方が多い。しかしながら、外洋において念入りに描き出された立体的な水温構造（および可能ならばその時間的変化）は、水温そのものの他に、水質、生産力、外延的環境、その他未知の諸環境

をも、よく反映している* という考え方が、本研究の拠り所である(川合, 1969)。

海水の状態変数の内で、容易に直接測定できるものは、水温・塩分・圧力の3者であるが、この内特に水温は、浅海・内湾・寒帯水域・亜寒帯水域などを除く外洋においては、海水のいろいろの理化学的性質の変化に著しい影響を及ぼすだけでなく、水温分布は海水密度分布を、したがって鉛直安定度や海流分布をもよく反映するという特徴を持っている。以上の理由から、本報では水温構造を第1に取り上げるべき環境条件であるという立場をとっている。

なお本研究を進めるに当たっては、実に多くの方々のお骨折を頂いたが、とりわけ最後まで本研究推進のために必要な作業に、お力添えを頂いた川島宣子嬢に対して、深くお礼を申上げる。

2. 用いた資料

(1) 水温資料

本報では、表1に掲げてある水温資料を用いた。この内、EQUALANT I および II (1963年) は、水温構

Table 1. The temperature materials.

表 1 用いた水温資料

Survey 調査名	Vessel (Cruise) 調査船(航海回数)	Period 調査期間	Area 調査海域
EQUALANT I (US-NODC, 1964)	12 vessels	3FEB-10MAY1963	Principally between 10°N and 10°S
EQUALANT II (US-NODC, 1964)	10 vessels	24JUL-11OCT1963	Principally between 15°N and 15°S
IGY (BT data) (FUGLISTER, 1960)	<i>Atlantis</i> (247)	FEB-APR 1959 JUN-JUL 1959	25°N, 17°W - 25°S, 38°W 25°S, 11°E - 25°N, 66°W
	<i>Crawford</i> (10)	FEB-MAY 1957	25°N, 44°W - 16°S Lat. - 8°S Lat. - 8°N Lat. - 25°N, 63°W
	<i>Crawford</i> (16)	NOV-DEC 1957	25°N, 19°W - 16°N Lat. - 23°N, 66°W
	<i>Crawford</i> (17)	FEB-MAR 1958	25°N, 67°W-66°W Long.-64°W Long.-74°W Long.-79°W Long.- 84°W Long. - 10°N, 79°W
	<i>Crawford</i> (22)	SEP-DEC 1958	25°N, 69°W - 24°S Lat. - 0°Lat.- 25°N, 67°W
IGY (Station data) (FUGLISTER, 1960)	<i>Atlantis</i> (212)	DEC 1954	66°W Long.
	<i>Atlantis</i> (229)	NOV-DEC 1956	50°W Long.
	<i>Discovery II</i> (2)	OCT 1957	24°N Lat.
IGY (Station data) (IGY WDC-A, 1961)	<i>Almirante Saldanha</i>	NOV-DEC 1958 AUG-OCT 1959 SEP 1960	Western tropics Western tropics Western tropics
	<i>Pyrrhus</i>	OCT 1957	Off Guinea
	<i>Leon Coursin</i>	JAN-FEB 1958 NOV 1958	Gulf of Guinea Gulf of Guinea
	<i>Hidalgo</i> (4)	MAY 1958	Around the Windward Passage
	<i>Meteor</i>	1925-1927	Principally in the Tropical and South Atlantic
German Atlantic Expedition (WÜST & DEFANT, 1936)			
Japanese Tuna Expedition	<i>Toko Maru</i>	DEC1956-JUN1957	
	<i>Shoyo Maru</i> (ATL 2)	NOV-DEC 1959	

* たとえば、或る地時点の気圧が 1010mb であったとしても、そのみでは高気圧か低気圧か、その前面か後面にあるかさえも解らず、生物環境要因としての意義は、それほど重要ではない。しかしながら、その地時点の周囲の気圧観測値を用いて、気圧配置とその変動過程の内のどのような位置にあるかを明らかにすることにより、気圧の値以外の諸要因を、既存の明白に定義された属性、または未知の内在的な属性として、反映させることができよう。

Survey 調査名	Vessel (Cruise) 調査船 (航海回数)	Period 調査期間	Area 調査海域
	(ATL 3) <i>Iwaki Maru</i>	OCT-DEC 1960 DEC1965-JAN1966	
	(ATL 4) <i>Koyo Maru</i>	JAN-APR 1965 AUG-SEP 1965	
	<i>Chiba Maru</i>	DEC1965-JAN1966	
		FEB-JUL 1966	
Average monthly temperatures in the North Atlantic (SCHROEDER, 1965)		FEB, MAY, AUG, NOV	North of 20°N; 70°30'W, 65° 30'W, 60°30'W, 50°30'W, 40°30' W, 30°30'W, 20°30'W and 10° 30'W Longs.

造解析の主体となった資料である。EQUALANT III (1964年) は用いなかった。*Meteor* の観測資料については、1937-38年の分は入手できなかった。また SCHROEDER (1965) の北大西洋 20°N 以北の 8 南北線上における 月別累年平均水温断面図については、100, 200 m 層水温と 20°C 等温線の深度を、原図の拡大写真より読み取った。

これらを総合して、半年別に 400 m 層水温分布図、四季別に 200 m 層と 100 m 層水温分布図および 20°C 面高低図、EQUALANT I (2月-5月) と II (7月-10月) の調査時期別に水温躍層高低図を作成した。それらは観測線図 (付図 1) と共に、一括して本文の終りに掲載してある。

全観測点に対して水温/深度曲線を作り、20°C 面の深さを求めると共に、標準深度における水温が求めているもの、およびその機械計算補間値が不適当なものについては、この曲線より読み取った補間値を使用した。また水温躍層の深度とは、水温躍層中心水温の深度とも言われるべきもので、WYRTKI (1964) が採用した方

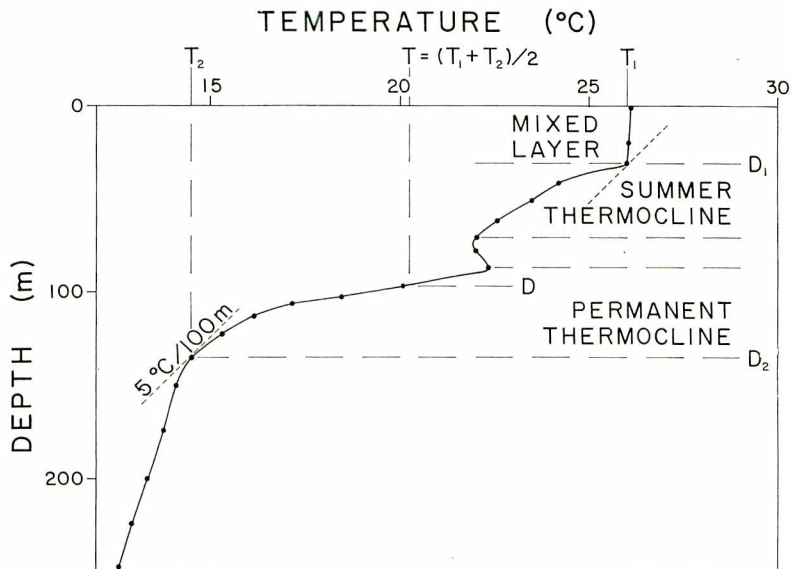


Fig. 1. Definition of the depth of thermocline.

法に準じたものである。各々の観測点に対する水温/深度曲線において、鉛直水温傾度が 5°C/100 m 以上になる部分の、上限および下限の深度 D_1 と D_2 に対する、水温 T_1 と T_2 との平均水温 $(T_1 + T_2)/2$ を有する深度 D をもって、水温躍層の深度とした (図 1)。EQUALANT では、鉛直方向の観測層間隔が、一般に細かく取られていることから、本報では上記の D_1 と D_2 とを、実際の観測層深度に一致するように求めた。ただし欠測などで観測層間隔が離れた場合には、この限りではない。尚 WYRTKI (1964) は、躍層の範囲内に入る鉛直水温傾度として、3°C/100 m の値を用いたが、本報では躍層の発達した熱帯海域のみを取り扱う

ことから、より著しい水温傾度をその基準として用いた。また彼は海面近くに発達する季節的水温躍層を除いて、躍層深度 D を求めたが、本報では水温傾度 $5^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ に達しない混合層や逆転層などの薄い層が介在して、季節的躍層と永久的躍層とを分離できる場合でさえも、図1のように、それらを併合して一つの躍層と見なして取り扱った。

(2) 釣獲率資料

マグロはえなわ漁場の分布は、通常釣獲率をもって表わされている。水温資料が1963年に重点をおいて解析されたことから、釣獲率資料も同年の値を用いた。これは大西洋出漁のわが国マグロはえなわ操業船によって作成された漁獲成績報告書(塩浜・明神・坂本, 1965)に基づいて、旧南海区水産研究所遠洋資源部第1研究室において機械集計された経緯度各1度区画別の四季別釣獲率である。これを右表のように高低2階級に分けて付図7に示した。

魚 種	釣 獲 率 (%)	
	低 階 級	高 階 級
ピンナガ	1.0—2.9	3.0 以上
メバチ	0.5—1.9	2.0 以上
キハダ	1.0—2.9	3.0 以上

3. 等値線の描き方

EQUALANT I および II の観測網は、主として南北縦断線よりなり、大部分は観測線間隔 300 海里内外、観測点間距離 30 海里内外で、ほぼ 2 ヶ月の期間に集中して実施されていることから、大洋の中央部にしては比較的に小規模な現象まで解析できる。この部分を付図では実線の等値線で示した。これに対して EQUALANT 以外の資料による部分では、季節のみをそろえ、異なった年の観測値が入り混ってプロットされているから、年々の変動と考えられるような小規模に屈曲した等値線の凹凸を除いて、滑らかな線を描くように努めた。ただし年々の変動が小さいと考えられる場合、または或る小区域にわたって同一年に観測が行なわれた場合には、小規模な現象まで描き出した。これら EQUALANT 以外の資料による等値線の部分を破線で示した(付図6の破線は例外)。

深さ d の等深面上の水温示度 t の等温線と、水温 t の等温面上の深さ d の等深線とは、共に水温 t の等温面と、深さ d の等深面との交切線に他ならないから、互いに一致しなければならない*。本報ではこの条件を満足するように等温線を描いた。たとえば 100 m の等深面上の 20°C 等温線と、 20°C 面上の 100 m 等深線とは、全く一致するように描いてある。

また初めに 30°N から 30°S の範囲内に入る観測値を海図上にプロットしてから等値線を描き、両回帰線付近より高緯度の等値線を消し去った。これは等値線解析は一種の補間であり、端の補間に対して、実測値からの情報をより多く反映させるためである。

4. 水温構造

付図2-6に示された各層水温水平分布図、 20°C 面高低図、水温躍層高低図および既成のアトラス類(Wüst und Defant, 1936; Sverdrup *et al.*, 1942; Schroeder, 1963 and 1965)を参考にして、大西洋上層部の水温構造を模式的に示したものが図4である。ここでは熱帯海域ばかりでなく、亜熱帯海域についても考察を進める。

(1) 400 m 層水温

1月から6月までと、7月から12月までの2時期に分けて等温線を描いた(付図2)。400 m 層水温が全大西洋で(隔離した付属海を除く)最高になる海域は、次に述べるサルガッソ環流とブラジル環流の内部海域と、ほぼ一致している。

Munk (1950)によれば、一般的に言って各大洋には、西部に西岸境界環流、東部に風成環流の2つの亜熱

* ただし水温逆転がある場合には、或る1枚の等温面の等深線の鉛直方向の射影は、互いに交わったりするから、寒候期の表層逆転の部分に対しては、等深線を描かなかった。

帯環流が存在することになっている。北大西洋について言えば、サルガッソ環流とアゾレス環流、南大西洋について言えば、ブラジル環流と 30°S, 5°W 付近を中心とする環流が、それぞれこれに相当する。この他に WORTHINGTON (1962) の提唱するグランドバンクス東方沖の環流がある。サルガッソ環流の内部海域上層部には、“18度海水”(WORTHINGTON, 1959) と呼ばれる、水温・塩分などについて均質な海水が数百 m の厚さにわたって広く分布しており、その下方にある永久的水温躍層は、最も深い海域では 900 m 以深に達している。ブラジル環流の内部海域では、その深さはせいぜい 600 m を超えるに過ぎない。

MUNK (1950) の提唱する風成環流が、果して存在するかどうか不明であるし、またそれが存在するとしても、実際の水温構造に基づいて、それを西岸境界環流より分離することが、困難であると考えられるから、本報では風成環流の内部海域も含めて、北大西洋および南大西洋における永久的水温躍層の深い海域を、それぞれサルガッソ躍層沈降域およびブラジル躍層沈降域と呼ぶことにする。またグランドバンクス東方沖および喜望峯近海にあるものを、それぞれニューファウンドランド躍層沈降域およびアグルハス躍層沈降帯と呼ぶことにする。

サルガッソ躍層沈降域の核心部付近では、400 m 層で 17°C 以上、湾流の流軸の直ぐ南側では、18°C 以上の高温を示す。付図 2 の北西部には、17°C 以上の高温域が、僅かに現われている。ブラジル躍層沈降域における 400 m 層水温は、サルガッソ躍層沈降域に比べて遥かに低く、15°C にも達していない。ニューファウンドランド躍層沈降域およびアグルハス躍層沈降帯における、400 m 層最高水温は 14°C 前後であろう (WÜST und DEFANT, 1936; SVERDRUP *et al.*, 1942; FUGLISTER, 1960)。

10°N と 10°S の間の赤道を中心とする海域の水温は、大部分 7°C より 10°C の間にある。赤道直下では、5°W—15°W の象牙海岸沖と穀物海岸沖を除いて、一般にその周囲より低温である。そして 9°C 以上の高温域は、その両側の、ほぼ 2°N—5°N および 2°S—5°S 付近にある。7月—12月に 2°N より 5°N 付近にかけて存在する 10°C 以上の高温域は、1月—6月に比べて図の上ではやゝ広がっているが、有意なものかどうかわからない。

400 m 層の低温域として目立って大なるものは、西側のギアナ沖とレシーフェ沖の 2ヶ所にあり、何れも中心部付近では 8°C 以下である。

(2) 200 m 層水温

既成の 200 m 層水温分布図 (WÜST und DEFANT, 1936; SVERDRUP *et al.*, 1942; SCHROEDER, 1963) を見ると、南北大西洋において、200 m 層水温が最高値をとる海域は、何れも緯度 20 度付近の西寄りの海域および西岸沿いに中緯度に向かう海域である。北大西洋について言えば、その最高水温は 21°C を超え、主として西部カリブ海盆に分布している。また 19°C 以上の高温水は、火の玉状に分布し、西部では南北巾が広いが、東部に向かうにつれて狭くなり、尾部は東岸に達せず、20°N, 40°W 付近で消失している。また西岸沿いに北向きに突出する 19°C 級の高温水は、ハッテラス岬近海にまで達している。これらは大まかに言えば、サルガッソ環流南西部の流軸付近より、そのやや洋心側にかけて存在する。この 200 m 層最高水温域より洋心の海域には、“18度海水”が厚く分布している。南大西洋における 200 m 層最高水温域の水温は、北大西洋より低く、20°C 以上の高温域は、15°S, 35°W 付近に限られており、それを取り巻く 18°C 級高温水の東部末端も、20°S, 25°W 付近に留まっている。

これら 200 m 層最高水温域は、南北大西洋ばかりでなく、南北太平洋やインド洋南半球にも存在し、分布域の緯度と水温が、共に 20 度に近いことから、これを 200m 層 20 度 (20°/200m) 海水 と呼ぶことにする。北大西洋と北太平洋における、200 m 層 20 度海水の高緯度側の縁では、400 m 層と 200 m 層水温の水平勾配の向きが逆になっているが、鉛直方向の平均水温について考えれば、その勾配の向きは 200 m 層水温分布図の向きと一致し、この縁の下層では西向流、表層付近では東向流となり、これが YOSHIDA and KIDOKORO (1967a, b) の提唱する亜熱帯東向流である。SVERDRUP *et al.* (1942) の巻末の図によれば、南大西洋においても、この傾向があるが、南太平洋とインド洋については、200 m 層 20 度海水の高緯度側の縁では、表層から下層まで西向流とならねばならない。

付図3によれば、熱帯海域における12°C以下の低温域は、東部では5°N—15°N付近と5°S—15°S付近にあるが、西部では赤道の両側付近にまで近づいている。北太平洋のミンダナオ東方沖低温域(TAKAHASHI, 1959)に相当すると考えられる、ギアナ東方沖低温域(またはアマゾン河口北東沖低温域)とリオグランデドノルテ東方沖低温域が存在する。またリオデジャネイロ近海には、15°C以下の低温域がある。

(3) 100 m 層水温

100 m 層水温が最高となる海域は、季節的変動などもあって確定したものではないが、太平洋・大西洋何れの場合でも、大まかに見て、各大洋西部の赤道を避けたその両側にある。大西洋では付図4に示されたように、アマゾン河口北東近海とレシーフェ近海に出現し、その水温は、前者ではせいぜい26°C級、後者ではそれよりも低く、両者とも太平洋の28°C以上の高温には及ばない。またその覆う面積も太平洋の場合より遥かに狭い。

赤道に沿っては、100 m 層水温16°C以上、場合によっては18°C以上の最高水温帯が現われており、これは東向きの赤道潜流の中核部が、100 m より浅い所に存在することを示している。この両側では西部を除き、100 m 層水温16°C以下である。

ギニア湾南方の6°S線に沿っては、西方より16°C、時には18°C以上の高水温帯が細長く突出している。4°N線付近に沿っては、7月—9月に高水温帯が幾分明瞭に認められるが、他の季節については不明である。

北アフリカ西岸のバルマス岬(リベリヤ)よりベルデ岬(セネガル)に至る海岸付近の西方には、100 m 層水温16°C以下の低温域がある(ギアナ沿岸湧昇域)。その西方に向かう延長部は、10°N、40°W付近に及んでいる。南アフリカ西岸のアルピナ岬(アンゴラ)よりロペス岬(ガボン)に至る海岸付近の西方にも、16°C以下の低温域が広がっている(アンゴラ沿岸湧昇域)。その西方に向かう延長部は、南米東端のリオグランデドノルテの北東方2°S、30°W付近、時にはその更に西方にまで及んでいる。

(4) 表面水温

SVERDRUP *et al.* (1942) の巻末の図に基づいて、表面高温域の分布の特徴を、2月と8月と対比して表

Table 2. Summary of the distribution of the surface warm water in the Atlantic.

表 2 大西洋表面高温水の分布の要約

	February (2月)	August (8月)
Warm water above 25°C 25°C以上暖水	赤道中心に南北熱帯海域に分布。 南北巾は東部で狭い(10°N—10°S)。 " 西部で広い(25°N—30°S)。	殆んど北半球に限られる。 南北巾は東部で狭い(5°N—20°N)。 " 西部で広い(40°N—10°S)。
Warm water above 27°C 27°C以上暖水	主として赤道付近に分布(ギニア湾周辺、アマゾン河口北東近海—ブラジル海盆内の一部およびカリブ海南部の一局部)。	主として北大西洋南西部に分布(北米海盆—ギニア海盆—パラ海膨)。 東部ではベルデ岬よりベルデ岬諸島南方にかけてわずかに存在。
Warm water above 28°C 28°C以上暖水	東部に偏在(ギニア湾赤道付近)。	西部に偏在(西インド諸島周辺—メキシコ湾)。

2に要約して示す。

表面水温が各経度において最高になる緯度を結んだ曲線は、海洋における熱赤道と呼ばれているが、これは表2よりも推測できるように、2月には地理的赤道付近にあり、8月には北偏して、ベルデ岬付近—西インド諸島—メキシコ湾にまで移動する。

(5) 20°C面の深さ

この面が深く沈んでいる所は、サルガッソおよびブラジル躍層沈降域である。また100 m 層水温分布図に

現われた赤道最高水温帯および 6°S 最高水温帯に対応して、 20°C 面等深線図にも、それぞれの場所に、谷状の凹みが現われている。

一般的に言って、西部よりも東部で、特にアフリカ大陸の西岸で、 20°C 面が浅くなっている。また特にリオデジャネイロ近海では、50 m 以浅と著しく浅くなっている。

(6) 水温躍層の深さ

水温躍層の深さの求め方は、第2節で説明した通りである。今までの図と異なって、付図6は EQUALANT I (2月—5月, 4月—5月分を破線) と II (7月—10月, 10月分を破線) の2時期の資料のみを用いて作図されたものである。サルガッソおよびブラジル躍層沈降域の緑が、付図6の端に少しく現われ、そこで水温躍層が深くなりかけている様子がうかがわれる。

アマゾン河口の大陸傾斜面では、岸寄りでは 50 m 以浅 (ギアナ沿岸湧昇域)、その沖で 150 m 以深と急激に深くなり、その深さの急変する所に南赤道流の存在を示している。7月—10月には、 2°N — 5°N に細長く谷状に、水温躍層が深くなる部分があり、これは南赤道流と赤道反流の境界に対応する (赤道反流南縁躍層沈降帯)。2月—4月には、あまり明瞭でなく、その位置も北にずれるようである。

水温躍層の深さが、50 m より浅くなる海域は、ほぼアフリカの西岸近海に限られているが、ベルデ岬沖では 25°W — 30°W まで、ガボンとコンゴ両国の沖では 15°W — 20°W まで、西方に張出している。西部大西洋では、先にも述べたアマゾン河口近海の大陸傾斜面で 50 m より浅くなっている (ギアナ沿岸湧昇域)。

(7) 南北中央水の上下限の深さ

図2は SVERDRUP *et al.* (1942) による、南北大西洋中央水の T—S 範囲を示す。また図3は、熱帯海域

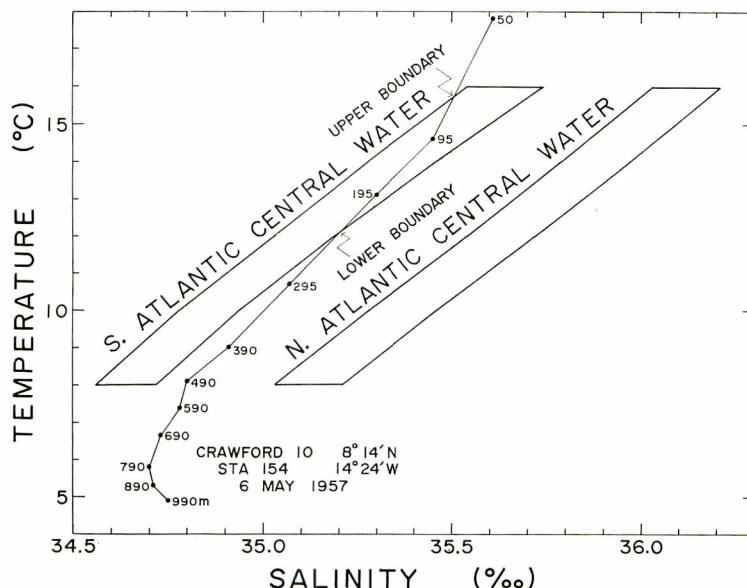


Fig. 2. Temperature-salinity relationships of the North and South Atlantic Central Waters.

におけるこれら南北中央水の上下限の深度分布を示す。用いた資料は FUGLISTER (1960) の IGY 大西洋水温塩分断面のアトラスに掲載のものである。上下限の深度の定め方は、次に示す方法によった。まず各観測点毎に T—S 曲線を作り、それと図2の中央水の T—S 範囲を示す枠との交点より、その観測点における鉛直水柱が含む、南または北中央水の上下限の水温を読み取り、次にその観測点に対する水温/深度曲線により、上下限の水温の深度を読み取った。

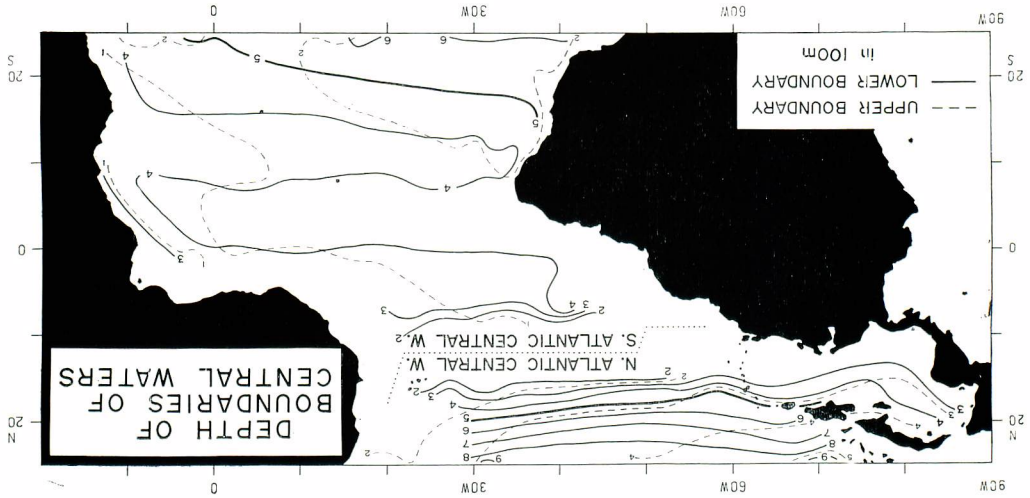


Fig. 3. Topography of the upper and lower boundaries of the North and South Atlantic Central Waters.

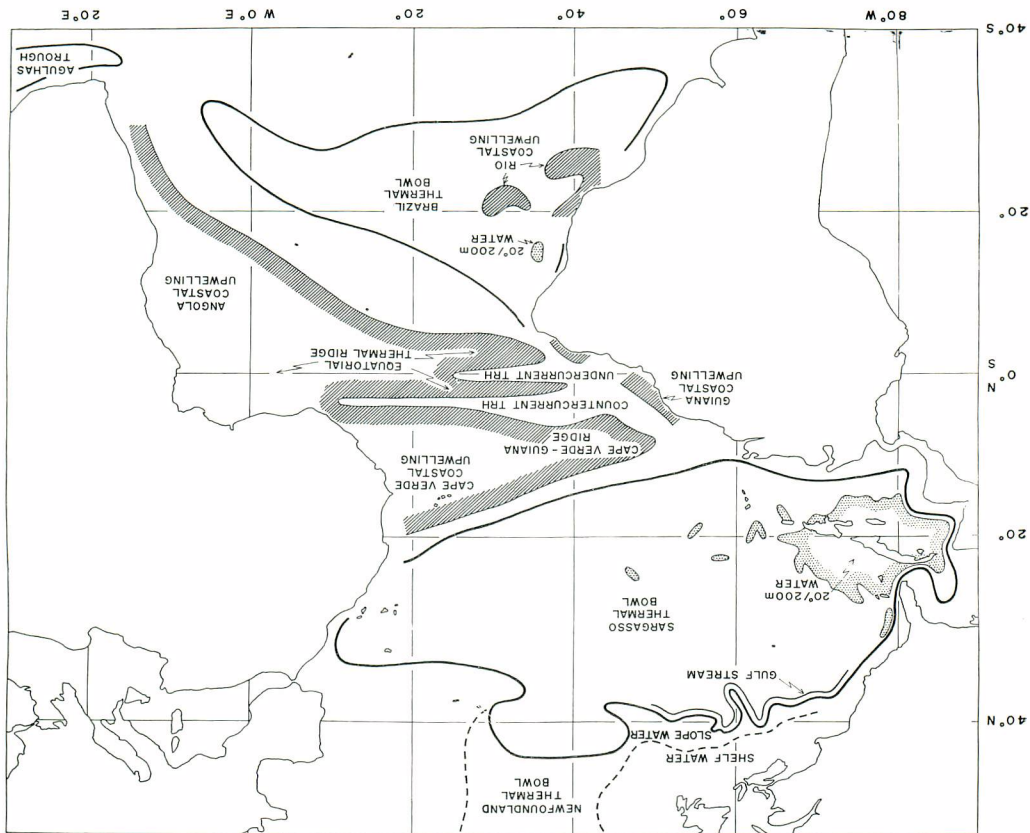


Fig. 4. Schematic representation of the thermal structure of the upper water of the Atlantic.

SVERDRUP *et al.* (1942) の図 209A によれば、大西洋には赤道水がなく、 10°N 付近で南北中央水が接して存在することになっている。図 3 による南北中央水の境界は、ほぼこの結論と一致して、ベルデ岬とギアナ沖とを結ぶ線の付近にある。北大西洋中央水の下限の深さは、サルガッソ躍層沈降域で最も深くなり、その南縁に当たる 900 m の等深線が、図 3 の上部に現われている。南大西洋中央水の下限の深さは、それより浅く、図 3 の下部には 600 m の等深線が見られるに過ぎない。両中央水の上下限の深度は、大まかに言って、サルガッソおよびブラジル躍層沈降域で、大きな値を示すと考えられる。そして中央水は永久温度躍層付近の深度に分布しているから、中央水の上限は、ほぼ均質水の下限に当たる。

(8) 水温構造の模式化

図 6a—6b に示した 2 枚の水温躍層高低図を併せて、水温躍層の深さが 100 m 以浅の部分を、図 4 では斜線域として示した。それが分布する海域は、熱帯大西洋東岸では、ほぼ 20°N から 20°S の範囲内にあり、西方に向かうにつれて、その南北巾は狭くなる。北半球熱帯の東岸近海の躍層の浅い部分を、ベルデ岬沿岸湧昇域、南半球にあるものを、アンゴラ沿岸湧昇域と呼ぶことにする。またベルデ岬沿岸湧昇域より、楔状に西方にのびる躍層の浅い海域を、ベルデ岬ギアナ躍層隆起帯と呼ぶことにする。

西部赤道上には、赤道潜流の底部に当たる水温躍層が深まる谷があり、これを赤道潜流下方躍層沈降帯と呼ぶ。この両側からギニア湾の東部赤道上にかけて存在する水温躍層の浅い部分を、赤道躍層隆起帯と呼ぶ。また 3°N — 4°N 付近に存在する躍層の深まる谷は、その北側にある赤道反流とその南側にある南赤道流の境界に当たることから、これを赤道反流南縁躍層沈降帯と呼ぶ。

西岸海域におけるギアナ沿岸とリオデジャネイロ近海にある躍層の浅い海域を、それぞれギアナ沿岸湧昇域およびリオ沿岸湧昇域と呼ぶ。リオデジャネイロ近海のトリニダード島付近の躍層の浅い海域も、後者に含める。

湾流の北側には、Slope Water Current (FUGLISTER, 1963) と呼ばれる東向流帯があり、この 2 海流の

Table 3. Name of the thermal structure in the upper water of the Atlantic.

表 3 大西洋上層部水温構造の名称

Japanese name	Abbreviation in Fig. 4	English name
サルガッソ躍層沈降域 ニューファウンドランド躍層 沈降域		Sargasso thermal bowl Newfoundland thermal bowl
ブラジル躍層沈降域		Brazil thermal bowl
アグルハス躍層沈降帯 赤道反流南縁躍層沈降帯	AGULHAS TROUGH COUNTERCURRENT TRH	Agulhas thermal trough Thermal trough at the southern boundary of the Equatorial Countercurrent
赤道潜流下方躍層沈降帯	UNDERCURRENT TRH	Thermal trough under the Equatorial Undercurrent
200m 層 20 度海水	$20^{\circ}/200\text{m}$ WATER	20 degree water at 200 m
ベルデ岬ギアナ躍層隆起帯	CAPE VERDE-GUIANA RIDGE	Cape Verde—Guiana thermal ridge
赤道躍層隆起帯		Equatorial thermal ridge
ベルデ岬沿岸湧昇域		Cape Verde coastal upwelling
アンゴラ沿岸湧昇域		Angola coastal upwelling
ギアナ沿岸湧昇域		Guiana coastal upwelling
リオ沿岸湧昇域		Rio coastal upwelling
ガルフストリーム		Gulf Stream
スロープ ウォーター		Slope Water
シェルフ ウォーター		Shelf Water

流軸の間の部分は、Slope Water と呼ばれている。これはわが国東北海区の混合水域に相当するものであろう。Slope Water Current の更に北側の冷水は、Shelf Water と呼ばれている。ブラジル亜熱帯環流の南側には、Slope Water や Shelf Water に相当する、躍層の浅い海域が存在するが、図 4 では省略されてい

る。

これら大西洋上層部の水温構造の名称，英訳および略号を表3に一括して示す。

5. ビンナガとキハダの釣獲率の水温躍層深度と表面水温に対する関係

先ず EQUALANT I と II のすべての観測点について，各観測点を含む緯度巾1度，経度巾2度の単位区画を考える*。初めに各単位区画について，水温躍層深度と表面水温の四季別平均値を算出した。次に第2節(2)で述べた経緯度各1度区画当たりの四季別釣獲率の，上述の単位区画に対する平均値を求めた。この時に元の経緯度各1度区画当たりの釣獲率の値が東西に2ヶ並んで存在しなくても，1ヶの釣獲率をそのまま1度×2度の単位区画当たりの釣獲率の値として，引き伸ばして用いた。

このようにして，単位区画当たり平均した釣獲率と水温躍層深度と表面水温との関係を，図5の黒丸(EQUALANT I)と白丸(EQUALANT II)の位置に，初めにプロットした。次に細かい偶然的変動を除去するために，縦軸の躍層深度については10mの深さ，横軸の表面水温については0.5°Cの中をもつ矩形を考え，各矩形内での釣獲率の平均値に基づいて，等釣獲率線を描いた。それでも現われる等釣獲率線の不規則な屈曲は，矩形内に入る元の釣獲率の標本個数が，少ないことに起因するもので無意味である。なお図5で斜線を引いてある部分は，EQUALANT I と II の観測には現われなかった，躍層深度と表面水温の組み合わせをもつ矩形を示す。

図5bでキハダの釣獲率の高い値は，右上隅の表面水温の高い躍層深度の浅い所にあることは明瞭である。また図5bでは，南米北岸の20m等深線より240海里以内の地点を含む，1度×2度の単位区画におけるキ

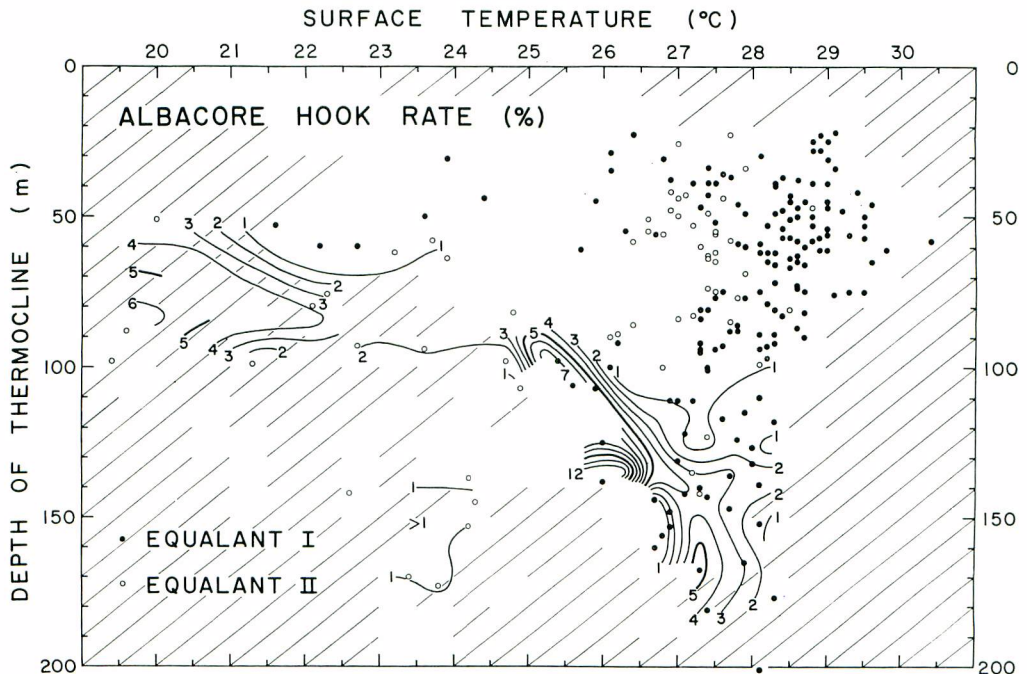


Fig. 5a. Albacore hook rate on the depth of thermocline/surface temperature diagram.

* 経度巾の取り方は，観測点が東西方向に考えて，なるべく中央になるようにしたが，丁度経度30分線上に観測点がある場合には，西半球では西方へ，東半球では東方へ，経緯度各1度の区画を加えることによって1度×2度の単位区画を考えた。

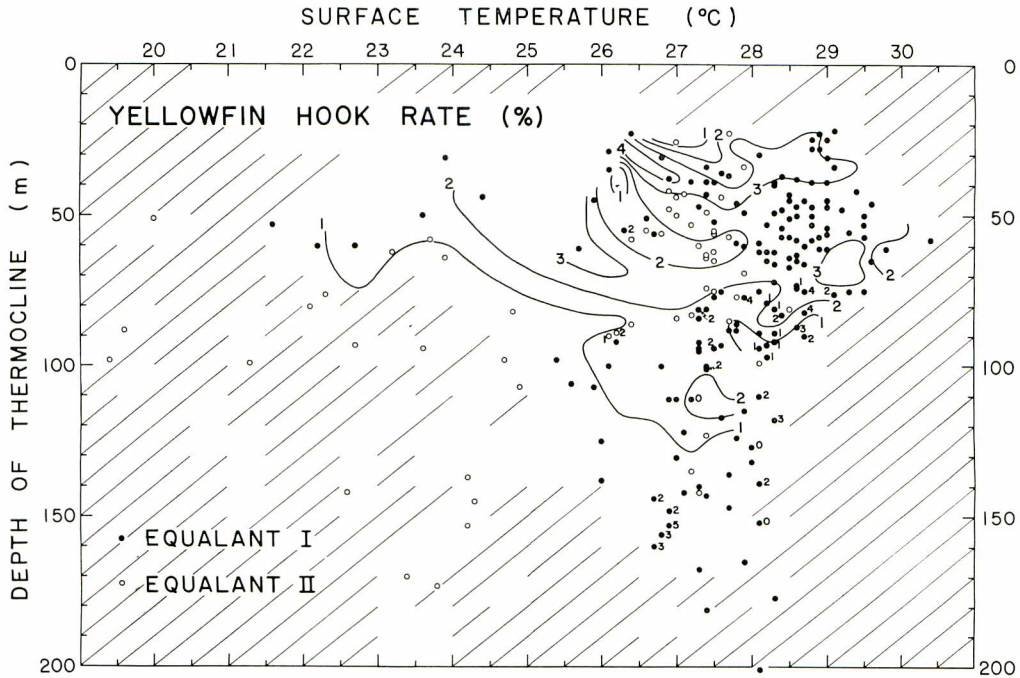


Fig. 5b. Yellowfin hook rate on the depth of thermocline/surface temperature diagram.

ハダの釣獲率を除いて等釣獲率線を描いた。除かれた釣獲率の値は、図5bで丸印のわきの小数字(%)で示されている。これより、南米北岸大陸棚近海では、水温躍層が深いにも拘らず、キハダの釣獲率が高い場合がある。これはいわゆる瀬付キハダであろう。また他の大陸棚近海では、水温躍層が浅いから、除外せずに等釣獲率線を描いた。

図5aのビンナガの場合では、右上隅は明らかに低釣獲率を示している。EQUALANTで観測された水温躍層の深い海域については、同年同季のビンナガ漁場が充分に開発されていなかったために、図5aの左下隅でビンナガの釣獲率は高い値を示さなかったが、ビンナガ主漁場が形成されるためには、水温躍層深度が深いという条件が必要であることは、この図より明らかであろう。

6. マグロ類主漁場の分布と水温構造との対応関係

付図7に示した1963年の四季別、経緯度1度区画別の釣獲率分布図、塩浜・明神・坂本(1965)による1957年1月より63年3月までの月別、1度区画別の釣獲率の累年平均値分布図、水産庁刊行(1965-67)の1962-64年における“まぐろはえなわ漁業漁場別統計調査結果報告”などを参考にして、大西洋におけるビンナガ・メバチ・キハダの主漁場の分布域を、四季別にして表4に取りまとめた。これらと付図2-6および図4の水温分布構造とを対比して進めた考察を次に示そう。

(1) ビンナガ

川崎(1957, 1960)は、日本近海の竿釣およびはえなわビンナガ漁場の形成条件の一つとして、海面から中層までの水温差が小さく、中層水温が 17°C — 19°C であるような、鉛直および水平いずれの方向にも、環境が均一に近い条件を挙げている。これに相当する環境は、北大西洋における“18度海水”において見出され、その厚みが大いなる海域は、サルガッソ躍層沈降域の北部から中央部にかけて存在し、南部では永久的水温躍層が浅くなると共に、上層部に200m層20度海水が覆い被さり、“18度海水”の厚みはかなり薄くなる。北

Table 4. Summary of the distribution of long-line fishing-grounds of tunas based on the data in 1963.

表 4 マグロはえなわ漁場分布の要約 (主として 1963 年の資料による。)

	ALBACORE (ビンナガ)	BIGEYE (メバチ)	YELLOWFIN (キハダ)
JAN — MAR	主漁場はブラジル沖 (ブラジル躍層沈降域一帯)。(西インド諸島東方(サルガッソ躍層沈降域南西部)に小漁場 (64年))。	主漁場はアンゴラ西方沖 (アンゴラ沿岸湧昇域周縁潮境)。(リオ近海 (リオ沿岸湧昇域周縁潮境)に小漁場 (62年))。	主漁場はアンゴラ北西近海—ギニア湾の赤道の両側 (アンゴラ沿岸湧昇域—赤道躍層隆起帯)(およびメキシコ湾(64年))。南米北岸(ベルデ岬—ギアナ躍層隆起帯の西端)と東カリブ海盆南部に小漁場。
APR — MAY	主漁場は西インド諸島東方—サルガッソ海南西部 (サルガッソ躍層沈降域南西部)。(アンゴラ南西近海—セントヘレナ島近海 (ブラジル躍層沈降域北東端—アンゴラ沿岸湧昇域*) および喜望峯近海 (アグルハス躍層沈降帯)に小漁場 (64年))。	主漁場はベルデ岬南西方 (サルガッソ躍層沈降域南東縁潮境)。(リオ近海 (リオ沿岸湧昇域周縁潮境)に小漁場 (62年))。	主漁場はギニア西方, 南米北岸および 2°S—4°S の帯状域 (ベルデ岬沿岸湧昇域, ベルデ岬—ギアナ躍層隆起帯, ギアナ沿岸湧昇域)。(メキシコ湾 および 西部 Slope Water にも小漁場 (64年))。
JUN — SEP	主漁場は西インド諸島東方—サルガッソ海西部 (サルガッソ躍層沈降域西部)とアンゴラ西方 (ブラジル躍層沈降域北東端—アンゴラ沿岸湧昇域*)。(喜望峯近海 (アグルハス躍層沈降帯)に小漁場 (64年))。	主漁場はベルデ岬西南西方 (サルガッソ躍層沈降域南東縁潮境)とアンゴラ西方 (アンゴラ沿岸湧昇域周縁潮境)。(リオ近海 (リオ沿岸湧昇域周縁潮境)に小漁場 (塩浜ら, 1965))。	主漁場はベルデ岬西方—ギアナ東方 (ベルデ岬—ギアナ躍層隆起帯), 東カリブ海盆と西部 Slope Water (および東部 Slope Water (64年))。
OCT — DEC	主漁場はブラジル東方—アンゴラ西方一帯 (ブラジル躍層沈降域一帯) (およびアゾレス諸島近海(サルガッソ躍層沈降域 東部), (64年))。東カリブ海盆とアマゾン河口近海 (赤道反流南縁躍層沈降帯西部)に小漁場。	主漁場はアンゴラ西方 (アンゴラ沿岸湧昇域周縁潮境) およびベルデ岬西南西方—南米北岸 (サルガッソ躍層沈降域南縁潮境)。(アゾレス諸島近海 (サルガッソ躍層沈降域の北東縁潮境)に小漁場 (64年))。	主漁場は東カリブ海盆, メキシコ湾中央部, 南米北岸 (ギアナ沿岸湧昇域とベルデ岬—ギアナ躍層隆起帯の西部), コンゴとガボン近海 (アンゴラ沿岸湧昇域)。

[] は 1963 年以外の資料による。 * はビンナガ若令群の漁場で, 他のビンナガ漁場と異なり, そこでは躍層が浅い。

太平洋亜熱帯環流内部海域の南部の 200 m 層 20 度海水では, 一般にビンナガの釣獲率が急激に低下し, 産卵群と考えられるものが, 低い釣獲率で漁獲されているに過ぎない。ところが北大西洋では, 南部の 200 m 20 度海水でも, 釣獲率はかなり高く, 3%を超えている (1961—65年の資料による四半期別・5度×5度区画別の累年平均値; 古藤, 未発表による)。そして釣獲率 5%を超える海域は, サルガッソ海のパーミュダ諸島南東方よりアゾレス諸島西方にかけて見られる。したがって北大西洋のビンナガ主漁場は, サルガッソ躍層沈降域およびニューファウンドランド躍層沈降域に形成されると言うてよいであろう。北大西洋のビンナガはえなわ漁場が, 開発されて間もないことから, 上述の 5 ヶ年平均釣獲率分布図には, 偶然の変動が打消されずに残っている危険があるが, 北太平洋と異なって, “18度海水” で釣獲率が最高になるとは言い難い。これは北太平洋では, はえなわ漁業でも索餌群を主な漁獲対象としているのに対し, 北大西洋では, 産卵群を主対象としているためと解される。

南大西洋については、上述の5ヶ年平均釣獲率分布図を見ると、ブラジル躍層沈降域とその周辺、南西アメリカ沿海、およびアグルハス躍層沈降域（インド洋と南大西洋のビンナガの交流路としての海洋条件を備えている。）において、釣獲率5%以上の漁場が、北大西洋より広範囲に分布している。この内、アンゴラ南西岸よりセントヘレナ島近海にかけて見られる、頗る釣獲率の高い漁場では、200 m 水温も 11° — 13° C と低く、躍層深度も浅い(FUGLISTER, 1960; 16° S の断面を参照)。しかもこの漁獲ビンナガが若令群である（中込他、1965）ことから、北太平洋のカリフォルニア沿海の若令群と、同様な環境と生態過程の下にあると推察される。

結論としては、ビンナガの主漁場は、亜熱帯環流内およびそれに類似する海域に存在する、水温躍層沈降域（サルガッソ躍層沈降域、ニューファウンドランド躍層沈降域、ブラジル躍層沈降域およびアグルハス躍層沈降域）に形成される。ただし若令群については、南大西洋東部のアンゴラ近海や、北太平洋東部のカリフォルニア近海などのように、水温躍層の浅い海域において、主漁場が形成される。この両海域の海洋条件の共通性について、今後検討する要があろう。産卵場は、太平洋における場合（上柳、1966）よりの類推から、南北緯度 20 度付近にある、200 m 層 20 度海水付近に存在すると推定される。この場所は第4節で述べたように、200 m 層水温が各大洋で最高となる海域である。

(2) メバチ

熱帯および亜熱帯海域で、水温躍層の深度が急変する場所、つまり下層潮境に沿って主漁場が発達する。これには2種類あって、一は亜熱帯環流に沿う潮境、他は熱帯冷水周縁潮境である。大西洋熱帯海域では、この両者は分離し難く、サルガッソ環流の南東部分に沿う潮境とベルデ岬沿岸湧昇域の北西縁潮境、およびブラジル環流の北東部分に沿う潮境とアンゴラ沿岸湧昇域の南西縁潮境とは、それぞれ接近して存在し、これらの潮境付近にメバチ主漁場が見出される。大西洋では更に、サルガッソ環流の北東部分に沿う潮境と、ギアナ沿岸湧昇域およびリオ沿岸湧昇域の周縁潮境にも主漁場が見出されるが（坂本、1967）、太平洋の場合と同様に、各亜熱帯環流の西岸境界海流（フロリダ海流・湾流・黒潮・ブラジル海流など）には、主漁場は見出されない。その理由は不明であるが、このような所では流速が強過ぎるために、はえなわ漁業の操業困難ということも、理由の一つとして考えられる。

北太平洋では、いわゆる北太平洋流漁場と亜熱帯集連線漁場とがあるが、これは北太平洋亜熱帯環流に沿う潮境に相当する。また太平洋熱帯海域では、赤道躍層隆起帯と赤道反流北縁躍層隆起帯の周縁潮境にメバチ主漁場が見出される。大西洋の場合と異なって、北太平洋ではいわゆる亜熱帯集連線漁場（ 20° N— 25° N）と、赤道反流北縁躍層隆起帯の直ぐ北側にある、南部北赤道流（MASUZAWA, 1967）の流軸に沿う潮境の漁場（ 10° N 付近）とは、明らかに分離している。

(3) キハダ

次の2条件を同時に満足する海域に、主漁場が形成される。

〔条件1〕 表面水温（厳密には表層混合層水温）が極めて高い（場所により多少異なるが、ほぼ 27° C以上）。したがって熱赤道付近が、この条件に当てはまる一海域となる。

〔条件2〕 水温躍層の深度が浅いか、或は島または瀬が付近に存在する。これは川崎（1960）が指摘するように、餌料豊富という条件と言い換えてよいのかも知れない。

表2に示した大西洋表面高温水の2月と8月における分布と、表4に示したキハダの主漁場の分布とを比較すると、キハダ主漁場が、条件2を満足する海域で、しかも条件1の季節的変動に美事に対応して、変動している様子が、よくうかがわれる。これら3種のマグロ類の環境条件は、マグロ類の類縁関係とよく対応するようである。岩井・中村・松原（1965）は、種々の内外諸形質によって、マグロ類の類縁関係の研究を行なったが、その結果によると、ビンナガ・メバチ・キハダはそれぞれマグロ属・メバチ属・キハダ属という異なった属に入れられ、しかもビンナガとメバチ、およびメバチとキハダの間には、それぞれ或る共通の内外諸形質が見られるが、ビンナガとキハダの間には、これらの形質は共通ではない。言いかえれば、ビンナガとキハダとは両極端に位置し、メバチはその中間に位する。今までに述べた3種のマグロ類の環境条件も、これとよく対

応して、ビンナガとキハダの分布する海域の水溫構造は、互いに相反するものであるが、メバチはビンナガと、特にキハダと重なり合うような水溫構造の所に存在する訳である。

7. 従来の説との比較検討

本報で得られた結論と、従来の説との比較を以下に試みよう。マグロ類の分布と海洋構造との対応について、包括的な見解を最初に示したのは、中村(1954)であった(川崎, 1963)。次にその一部を、引用して示そう(中村・山中, 1959)。

1. “異った海流系或は水系〔原著に水系という言葉の説明がない。〕は、異った性格の生活圏となっている。”
2. “マグロ類は種により、或は生態の過程により、海流系或は水系別に一種の棲み分けを行っている。”
3. “したがって、海流系はそれぞれ性格の異った漁場となっている。”

中村説では、生物生態地理学で言われている“所変れば品変る”という考え方が、一つの基調をなしており、“所”としては海流系或は水系(?)“品”としてはマグロ類の種、または生態の過程という捉え方をした訳である。しかし中村説では、“所”としては、海流の名称を挙げるに留まって、“所”としての環境の具体的特性については、全く触れていない。その他、水塊や水型(water type)をもって、“所”を捉えようとする試みがあるが、これは結局、T-S関係(Tは水溫、Sは塩分)を表わすに過ぎなく、第1節で述べたように、これのみでは適水溫や適塩分と同様に、環境要因として特に効果的な役割を果たすものではない。同じT-S関係を示す水塊であっても、その分布の仕方の相異、たとえば鉛直方向の厚みや、分布深度の深淺などの相異によって、マグロ類の環境条件としては、全く異なった意味をもつからである。すなわち、第1節で述べたように、TやSの分布構造が重要であって、それにはT-S関係に空間座標を組み合わせることが必要である。空間座標の1つとして、深さDを考えると、これはS-T-D関係となるが、表現の繁雑さを避けるために、この内の2つの量の関係で、もっとも重要な組み合わせを選ぶと、外洋ではT-D関係となる。これが本報で水溫構造をもって、第1に捉えるべきマグロ類の環境と考えた理由である。

次に、中村らに続いて、川崎(1957, 1958, 1960)の一連の研究がある。彼は主として日本近海の竿釣・まきあみ・はえなわによる漁況資料を解析し、これを彼自身の解析による海洋構造と対比させた結果、次の結論を得た(川崎, 1963)。

1. “マグロ類は種によって、異なる環境に適応的に棲息する。”
2. “すなわち、ビンナガとメバチは均一性の高い暖水塊内部に棲息する。この水域は、生産性の低い水域である。”
3. “クロマグロとキハダは変動性の大きな水塊間水域(潮境)か島嶼水域に棲息する。この水域は生産性の高い水域である。”
4. “こういった、種の環境に対する適応様式は、他の適応様式特に生長や形態(ヒレの長さ)等とよく対応している。”

川崎の環境条件の捉え方は、具体的であり、発展性があるが、メバチとキハダの主分布域が、日本近海よりは熱帯海域に偏していることから、この2種の分布域の海洋条件に関して得られた結論については、再吟味を要すると考えられる。

川合(1955)は、東北海区南部海域におけるビンナガ竿釣主漁場が、新たに定義した外側低温帯に出現することを示した。その事実には誤りはなかったが、漁場形成の解釈は、正しいものではなかった。すなわち、川崎(1957)が指摘したように、ビンナガ竿釣主漁場は、外側低温帯内部の、いわゆる冷水湧昇域ではなくて、いわゆる暖水沈降域に形成されるものである。

これらの誤りは、データ不十分に由来するもので、このことから、漁場の開発が不十分な時の資料を解析して得られた本報の結論は、後日再吟味の要がある。

また川合(1959)は、日本近海および北太平洋東部各海域のビンナガ漁場の、表面と100mの水溫・塩素量とモード体長との関係について調べた結果、ビンナガが年令により棲息条件を異にし、低温・低塩な漁場には若年魚が卓越し、高温・高塩な漁場には高年魚が卓越することを示した。たゞし幼稚魚期の段階のものにつ

いては、適切なサンプリングによる資料がないために不明である。このようにマグロ類の海洋条件との対応関係は、発育段階や生活周期の位相によって異なるものであり、本報で得られた結論(1), (2), (3)は、はえなわにより漁獲されるような、発育段階のマグロ類に関して主として成立するものである。しかも、はえなわによる漁獲物の内にも、いろいろの発育段階の相異があり、それに応じた環境条件の変化については、機会があれば報告したい。

この他に、表面水温分布のみをもって、マグロ類の環境条件を捉えようとする試みがあるが、一般的に言って適切ではない。

先にも述べたように、水温構造とマグロ類の分布との対応関係について得られた、本報の結論は、資料の性格から言って、決して充分なものではあり得ない。これは言わば作業仮説のようなものであり、誤まりが認められれば直ちに訂正したい。なお、この仮説が大西洋ばかりでなく、太平洋やインド洋においても成立つことについて、概略的点検を行なったことは、もちろんである。

上述のような対応関係でさえも、新漁場の開発や、漁場の選定、生態調査の計画立案に当たって、役立つ点が少なくないことであろう。魚探による魚群探索は、瞬間的であり、厚さのない幾何学的断面内の情報しか得られない。これに対して水温構造は、時間的持続性と共に空間的連続性、つまり或る範囲に及ぶ拡がりを持っている。BTなどによる水温構造の迅速な観測と、各船間のその情報の交換と、適切な解析により、先に述べたような、実際の効用が期待される。

参 考 文 献

- 1) FUGLISTER, F. C. 1960: Atlantic ocean atlas of temperature and salinity profiles and data from the international geophysical year of 1957-1958. 209pp. Woods Hole Oceanographic Institution.
- 2) FUGLISTER, F. C. 1963: Gulf Stream '60. *In Progress in Oceanography*, 1. 265-373.
- 3) IGY WORLD DATA CENTER A 1961: Oceanographic observations in the intertropical region of the world ocean during IGY and IGC. Part I Atlantic and Indian Oceans. IGY Oceanography Report, (3), 264pp.
- 4) 岩井保・中村泉・松原喜代松 1965: マグロ類の分類学的研究. 京大みさき臨海研究所特別報告, (2), 1-51.
- 5) 川合英夫 1955: 東北海区における極前線帯とその変動について(第2報). 東北水研報告, (5), 1-42.
- 6) 川合英夫 1959: 東北海区における極前線帯とその変動について(第3報). 終戦後5年間の水塊配置の変動とカツオ・ビンナガ漁場の海況条件. 東北水研報告, (13), 13-59.
- 7) 川合英夫 1969: 海洋における synoptic analysis の問題概観. 宇田教授退官記念論文集.(印刷中)
- 8) 川崎 健 1957: 日本近海の竿釣りビンナガ漁業における漁況と海況との関係について, 第I報 黒潮前線の南側の漁場. 東北水研報告, (9), 69-100.
- 9) KAWASAKI, T. 1958: Biological comparison between the Pacific tunas. Part I. 東北水研報告, (12), 46-79.
- 10) 川崎 健 1960: カツオ・マグロ類の生態の比較について(第2報). 東北水研報告, (16), 1-40.
- 11) 川崎 健 1963: マグロ類の分布と海洋構造に関する問題点について. マグロ漁業研究協議会, 漁場に関するシンポジウム. 昭和37年度マグロ漁業研究協議会議事録, 62-69.
- 12) 古藤 力(未発表): 1961-65年の資料による四半期別・5度×5度区画別の大西洋におけるビンナガの累年平均釣獲率資料.
- 13) MASUZAWA, J. 1967: An oceanographic section from Japan to New Guinea at 137°E in January 1967. *Oceanogr. Mag.*, 19 (2), 95-118.
- 14) MUNK, W. H. 1950: On the wind-driven ocean circulation. *J. Meteor.*, 7 (2), 79-93.
- 15) 中込 淳・土屋久男・鈴木重道・田中 慧・棚原哲男・本田秀雄 1965: 大西洋赤道付近におけるキハ

- ダ, ビンナガの年令組成の分布と, 水温分布および陸からの距離との関係一II. ビンナガについて. 日水誌, 31 (2), 101-104.
- 16) 中村広司 1954: 海流とマグロ漁場. 水産科学, (14), 9-17.
- 17) 中村広司・山中一 1959: マグロ類の分布と海洋構造. 海洋学会誌, 15 (3), 143-149.
- 18) 坂本久雄 1967: 大西洋におけるメバチの分布. 南水研報告, (25), 67-73.
- 19) SCHRODER, E. H. 1963: North Atlantic temperatures at a depth of 200 meters. Serial atlas of the marine environment. American Geographical Society, Folio 2.
- 20) SCHROEDER, E. H. 1965: Average monthly temperatures in the North Atlantic Ocean. *Deep-Sea Res.*, 12, 323-343.
- 21) 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. 131 pp., 南水研報告, (21).
- 22) 水産庁調査研究部 1965-67: 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 pp., 昭和38年1-12月, 322 pp., 昭和39年1-12月, 379 pp.
- 23) SVERDRUP, H. U., JOHNSON, M. W. and FLEMING, R. H. 1942: The Oceans. 1087pp., Prentice-Hall, New York.
- 24) TAKAHASHI, T. 1959: Hydrographical researches in the western equatorial Pacific. *Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ.*, 7, 141-147.
- 25) 上柳昭治 1966: マグロ漁業に関するシンポジウム第1部漁業生物. 日水誌, 32 (9), 739-755.
- 26) US-NODC 1964: Data Report EQUALANT I. 1, 1-6, 17, 2, 1-2. 790. Data Report EQUALANT II. 1, 1-5. 16.
- 27) WORTHINGTON, L. V. 1959: The 18° water in the Sargasso Sea. *Deep-Sea Res.*, 5, 297-305.
- 28) WORTHINGTON, L. V. 1962: Evidence for a two gyre circulation system in the North Atlantic. *Deep-Sea Res.*, 9, 51-67.
- 29) WÜST, G. und DEFANT, A. 1936: Schichtung und Zirkulation des Atlantischen Ozeans. Deutsche Atlantische Exped. Meteor 1925-1927. Wiss. Erg., Bd. VI, Atlas, 103 pls.
- 30) WYRTKI, K. 1964: The thermal structure of the eastern Pacific ocean. *Ergänzungsheft Reihe A (8°)*, Nr. 6 zur *Deutsch. Hydrogr. Z.*, 1-84.
- 31) YOSHIDA, K. and KIDOKORO, T. 1967a: A subtropical countercurrent in the north Pacific. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, 23 (2), 88-91.
- 32) YOSHIDA, K. and KIDOKORO, T. 1967b: A subtropical countercurrent (II). *J. Oceanogr. Soc. Japan*, 23 (5), 231-246.

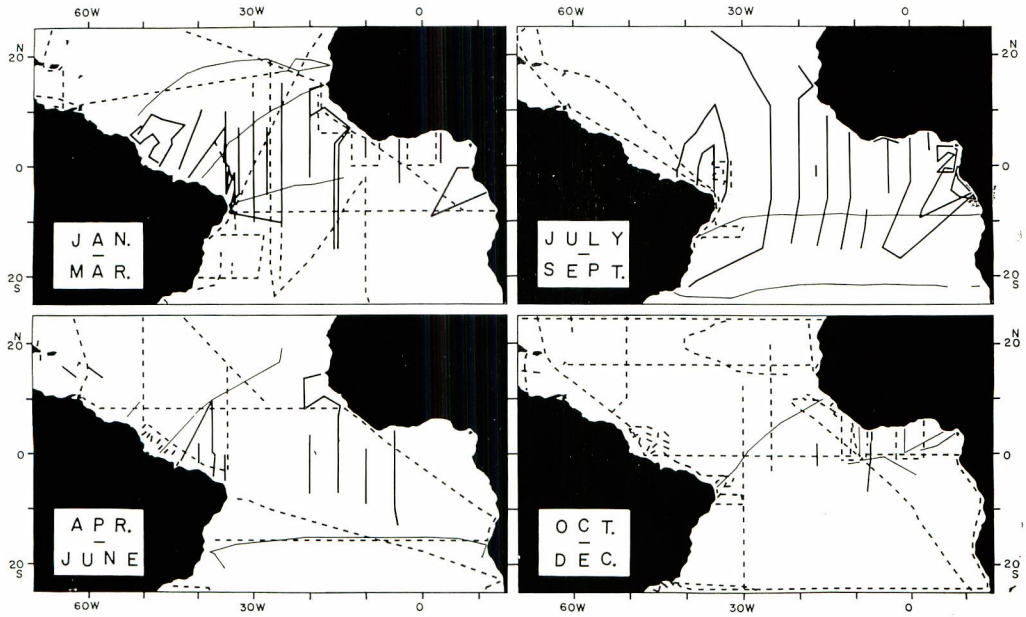


Chart. 1. Locations of section.

Locations of average monthly temperature profiles (SCHROEDER, 1965) are not shown.

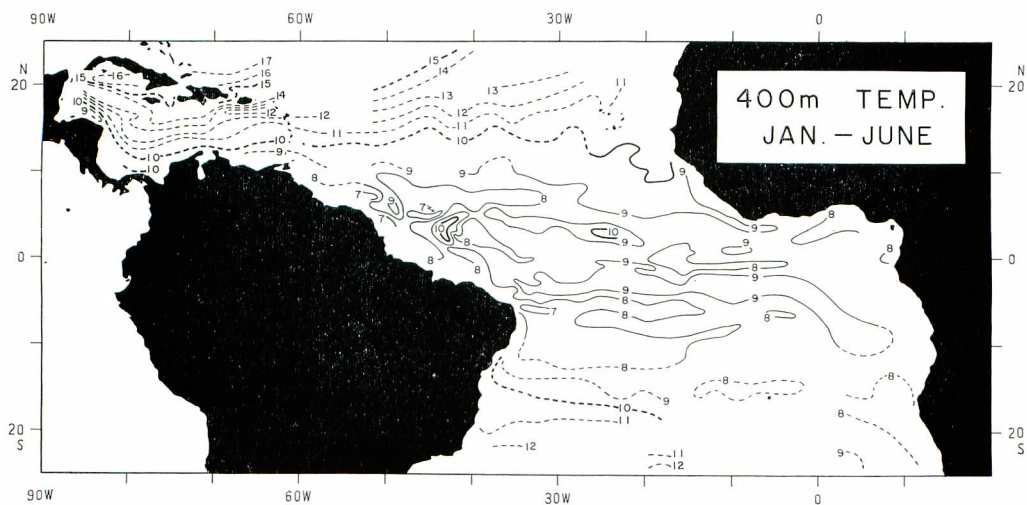


Chart 2a. 400 m temperature (January-June).

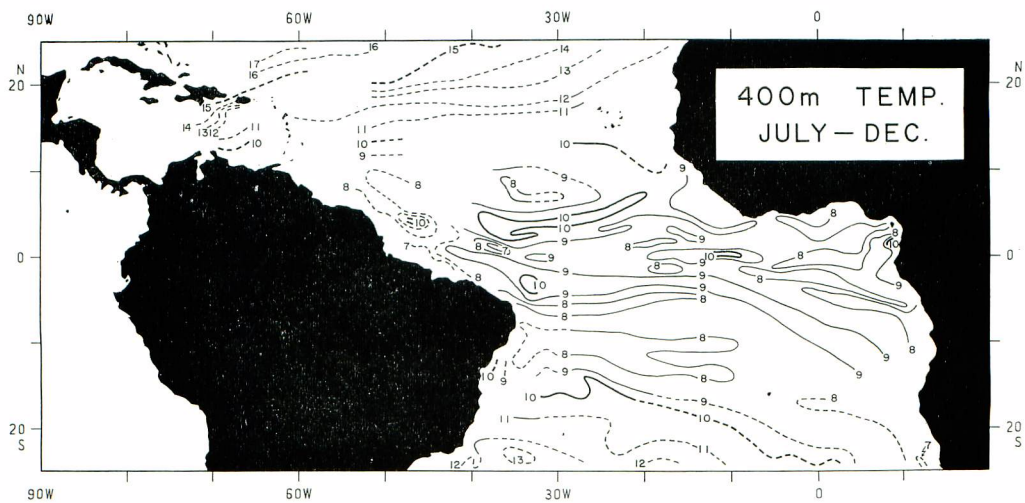


Chart 2b. 400 m temperature (July-December).

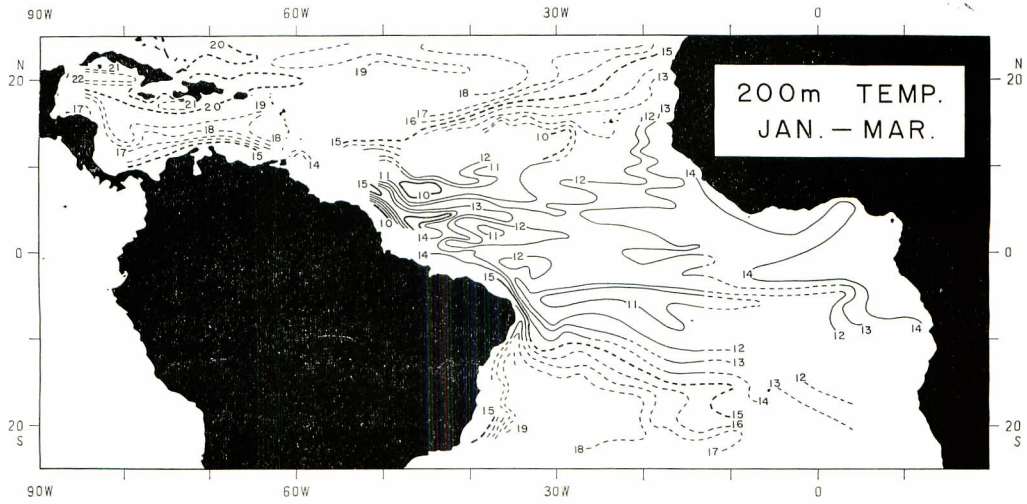


Chart 3a. 200 m temperature (January-March).

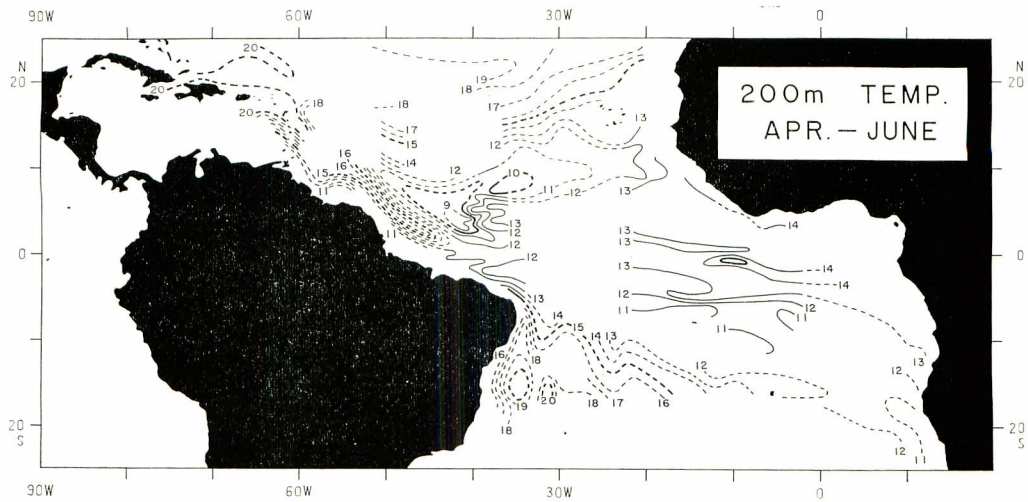


Chart 3b. 200 m temperature (April-June).

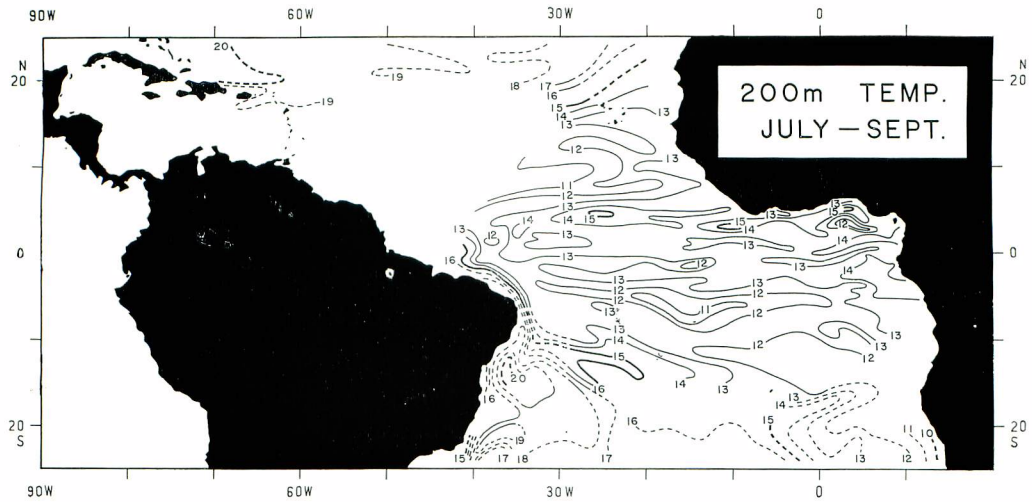


Chart 3c. 200 m temperature (July-September).

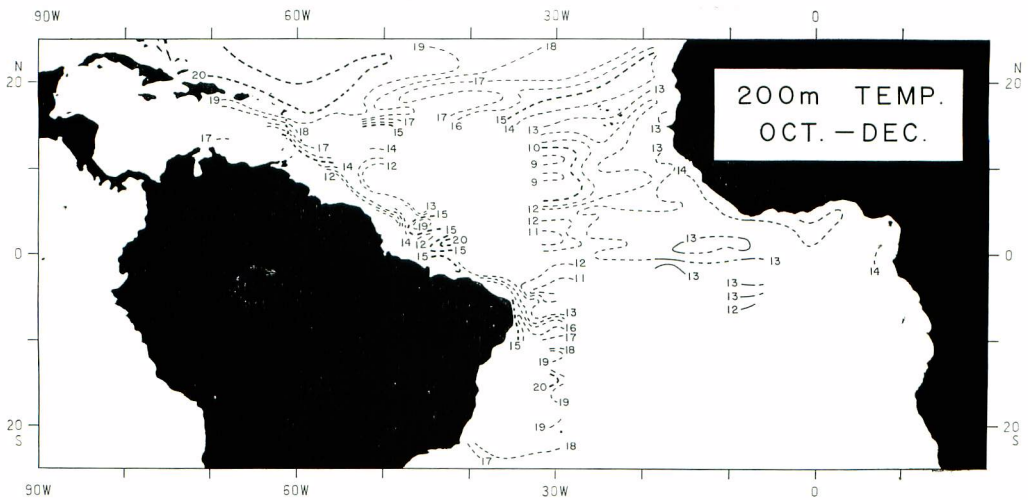


Chart 3d. 200 m temperature (October-December).

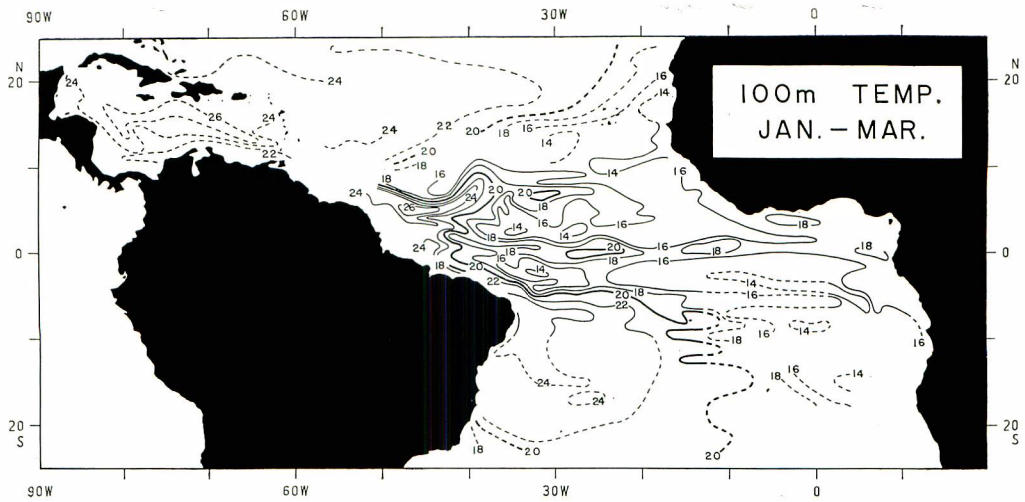


Chart 4a. 100 m temperature (January-March).

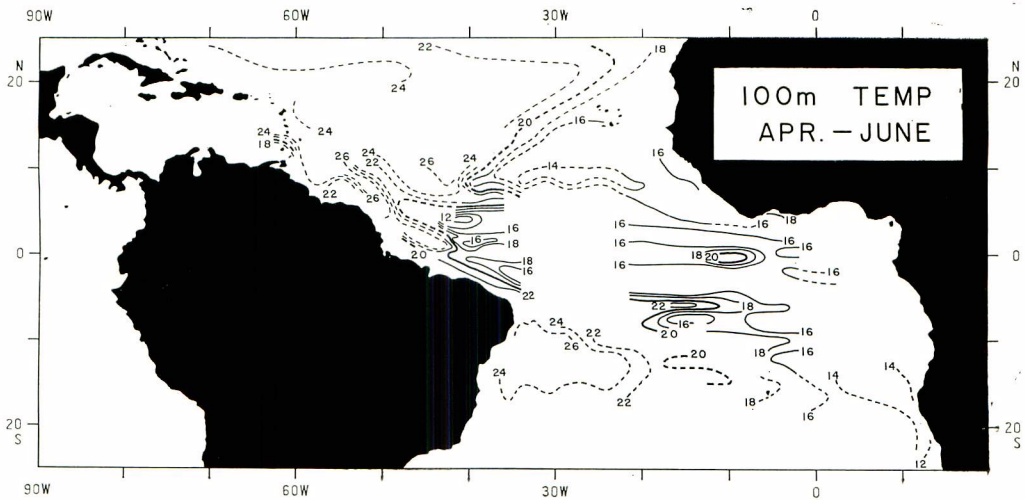


Chart 4b. 100 m temperature (April-June).

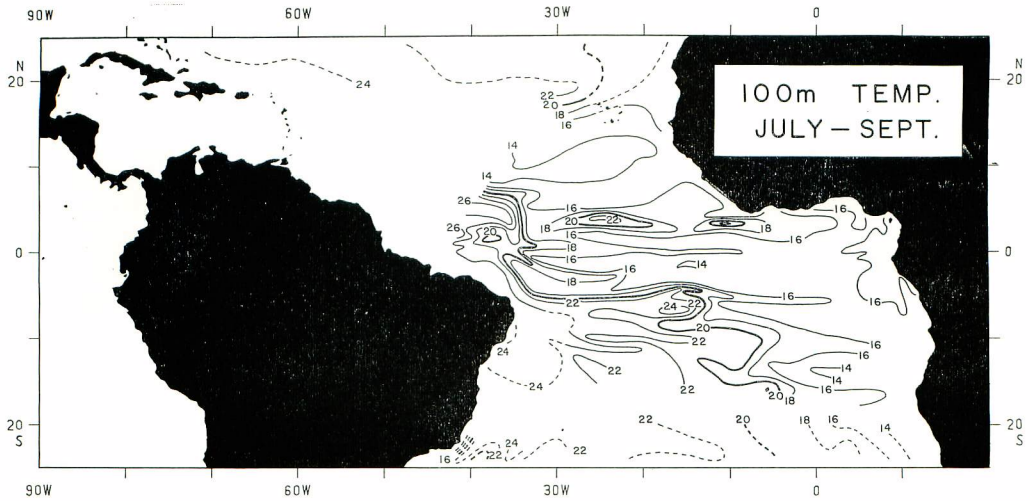


Chart 4c. 100 m temperature (July-September).

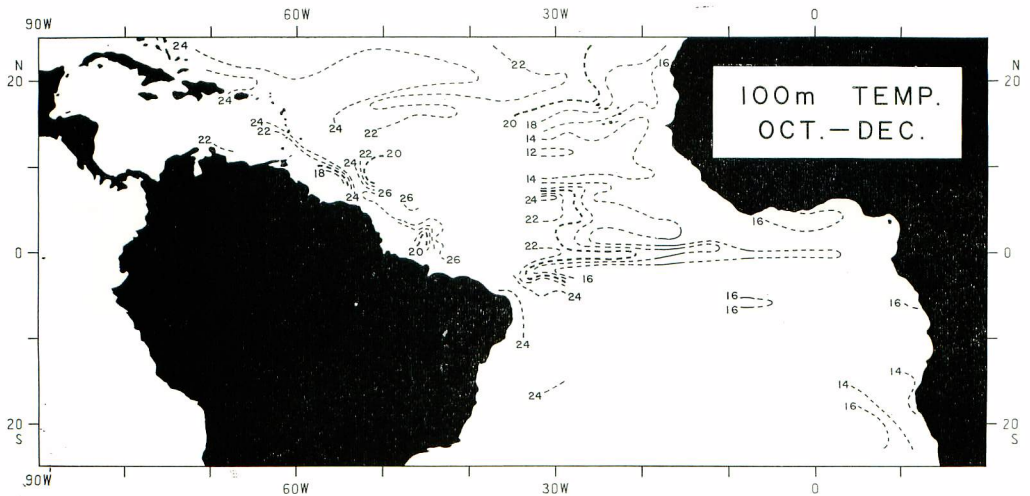


Chart 4d. 100 m temperature (October-December).

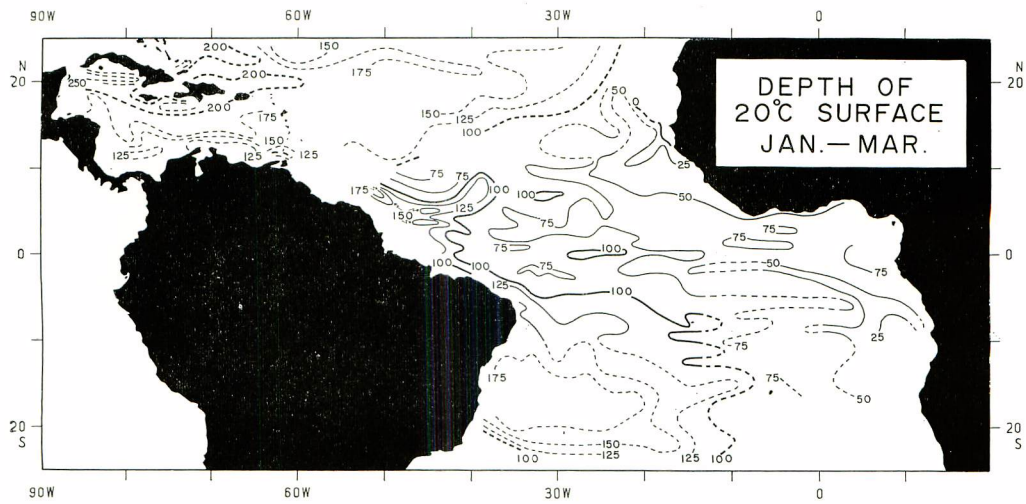


Chart 5a. Topography of 20°C-surface (January-March).

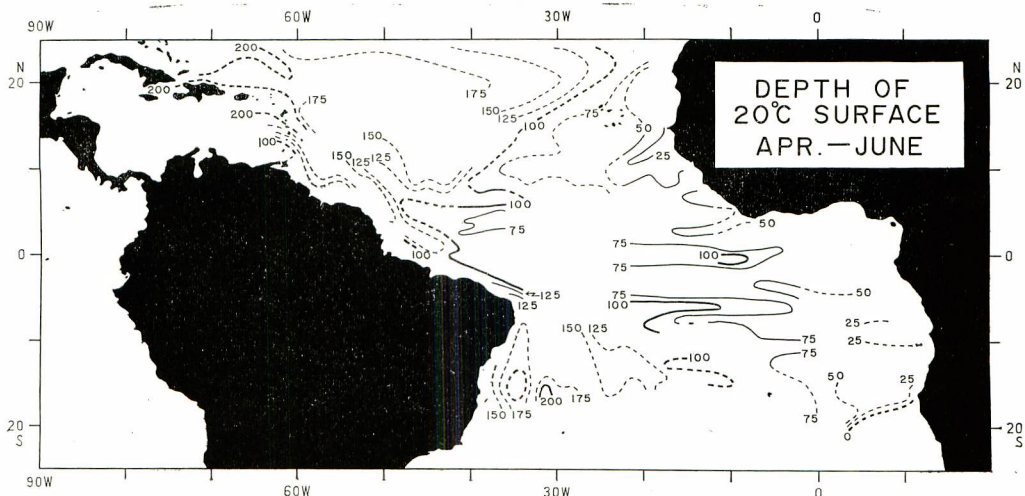


Chart 5b. Topography of 20°C-surface (April-June).

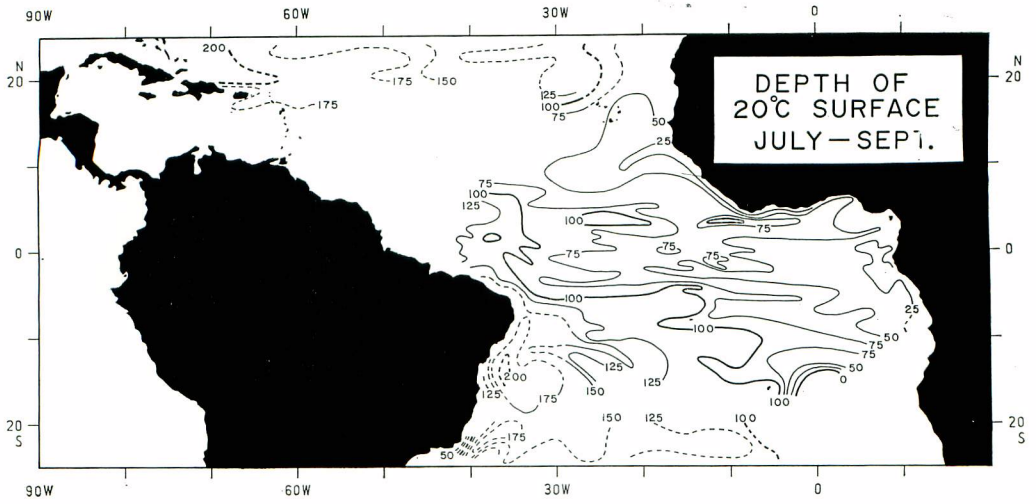


Chart 5c. Topography of 20°C-surface (July-September).

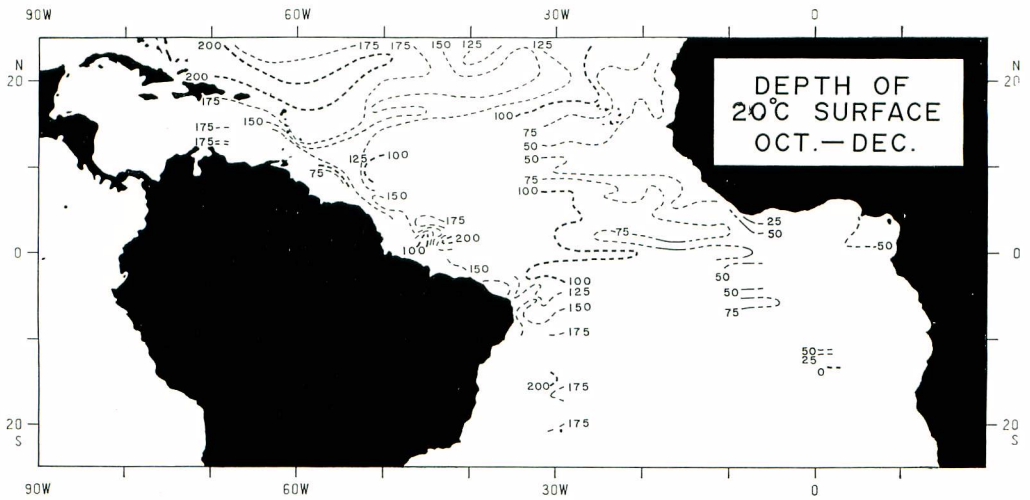


Chart 5d. Topography of 20°C-surface (October-December).

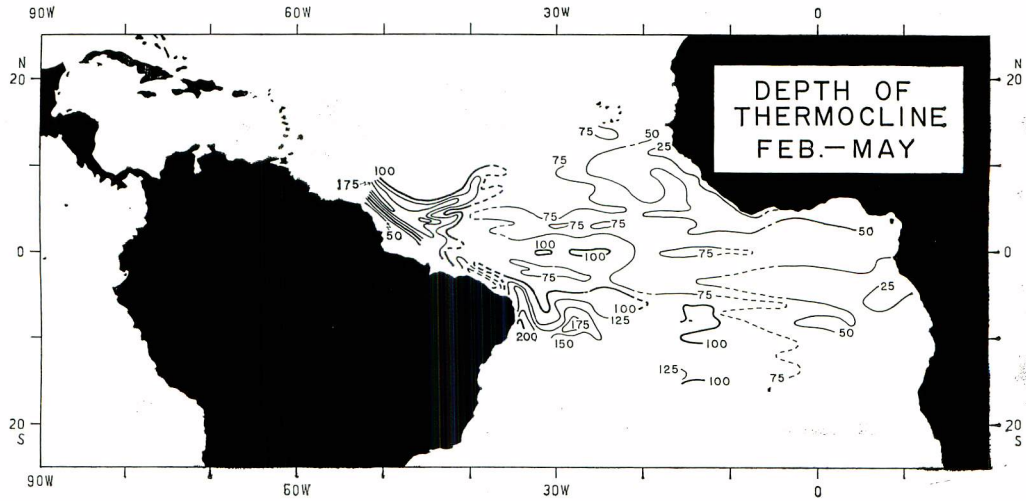


Chart 6a. Topography of thermocline (February-May).

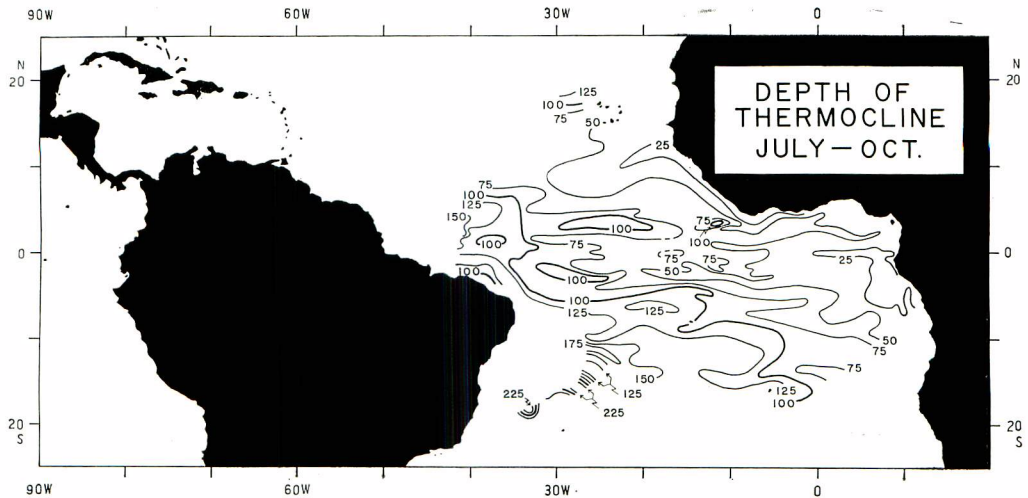


Chart 6b. Topography of thermocline (July-October).

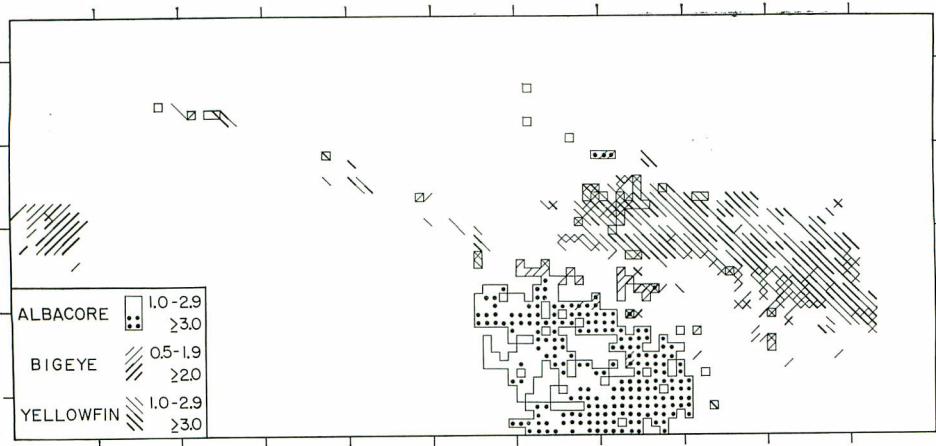


Chart 7a. Tuna hook rate (January-March).

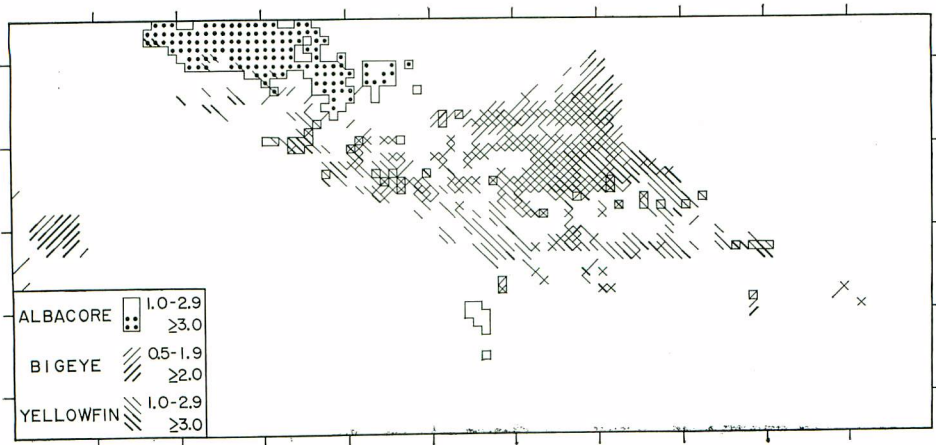


Chart 7b. Tuna hook rate (April-June).

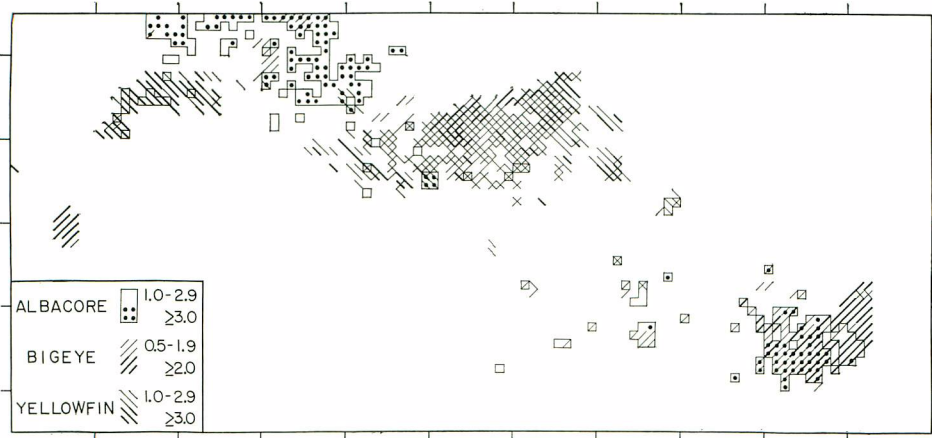


Chart 7c. Tuna hook rate (July-September).

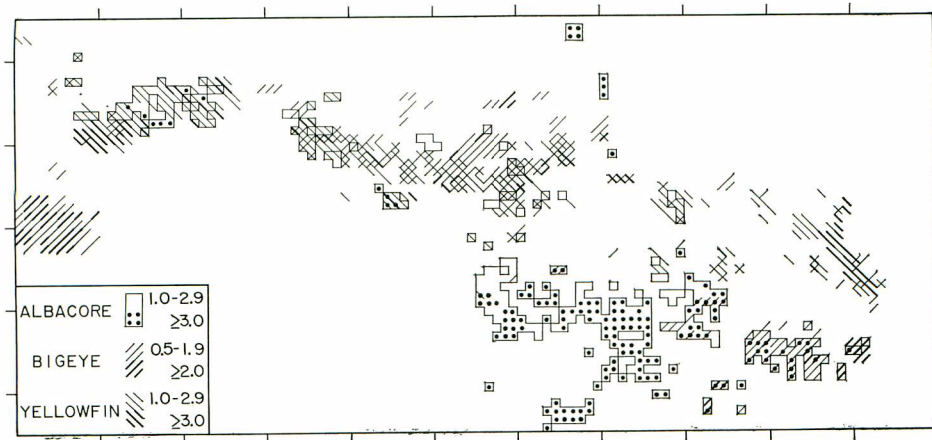


Chart 7d. Tuna hook rate (October-December).