

## 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\*

林 繁 一・本 間 操  
(遠洋水産研究所)

A note on the yellowfin stocks in the Atlantic Ocean,  
based on catch statistics of the Japanese longline  
fishery taken during 1956 through 1964.

Sigeiti HAYASI and Misao HONMA  
(Far Seas Fisheries Research Laboratory)

### Synopsis

Annual change of the hooking rate indicates a disastrous decrease of the yellowfin tuna exploited by the Japanese longliners, operating on the Atlantic Ocean. Poor information on the stocks, for which systematically compiled data were published only for the Japanese longliners, forbids any advanced study of the stock assessment. The present work is dealt with a rough evaluation of possible effects of the fisheries upon the stocks, and with recommendation of the investigations to be urgently carried on. The major points of interests are summarized as follows:

1. The longliners mainly exploit the yellowfin on the equatorial waters. The major fishing ground shifts from month to month within the area concerned.
2. Hooking rate has been on a steady decrease since commencement of the exploitation, remarkably lowering in and after 1960. Nevertheless, the recruitment does not appear to have diminished so remarkably as to disturb linearity between amount of effort and reciprocal of hooking rate at least for six years between 1959 through 1964. Further increase of effort, however, may hardly harvest more fish as far as catchability coefficient be assumed similar for both of the Pacific and Atlantic stocks.
3. Surface fisheries, operating along the African coast and likely having produced comparable amount of the species with the longliners, must have affected stocks available for the longliners, for the former is exploiting younger fish than those taken by the latter.
4. Changes with age of biomass of a year class may be convenient to evaluate these two fisheries exploiting the same stocks in different ages. The age at which the biomass reaches the maximum exceeds 1.3-year old even though the growth and natural mortality coefficients are assumed as unreasonably high as 0.80 and 1.20, respectively. Probably the biomass may reach the maximum over two-year old, provided the growth and natural mortality coefficients are as low in the Atlantic stocks as in the Pacific counterparts. For this reason it is recommended

\* 昭和43年10月9日受理 遠洋水産研究所業績 第12号

that exploitation of very young fish at the end of the first year of life, around 53 cm in body length and two kg in gutted weight, be prohibited in order to rationally utilize potential of biological production so far as total amount of yield is concerned.

5. Amount of yellowfin catch by the longline fishery may rapidly decrease with expansion of the surface fishery if the age of exploitable fish ranges two- to eight-year old for the former and one-year old for the latter, and if the growth coefficient is 0.33 as estimated for the Pacific stocks exploited by the longliners. Expansion of both fisheries may rapidly decrease the biomass of stocks available for the longliners, which may be proportional to the number of eggs produced by the stocks, as far as the aforementioned assumptions are valid. It is also noted that development of the surface fishery would only little increase total catch made by both types of fisheries if natural mortality coefficient is less than 0.6 in one-age and than 0.4 in two- to eight-ages, but remarkably if the coefficient exceeds 0.8 in one-age and 0.6 in two- to eight-ages.

6. Thus, it is not concluded which one of longline fishery and surface fishery may harvest heavier weight of the yellowfin. The uncertainty depends partly upon wide ranges of estimates of growth and natural mortality coefficients, and partly upon lack of information on behavior of the fish. In order to solve the problem, it is required to evaluate abundance and distribution of fish at each developmental stage in the exploitable phase. Because longline and surface fisheries aim the yellowfin at different stages, systematic surveys must be conducted upon catch records inclusive of size composition for both types of the fisheries.

1952年以降西部太平洋から急速に漁場を拡大していった日本のまぐろ延縄漁業は1956年に大西洋に進出し、1958年にはその赤道水域をおおうに至った。この漁業が、まず開発したのはキハダであるが、ひきつづく漁獲努力の増大にもかかわらず、同種の漁獲量は1960年を境にむしろ減少した（塩浜他1965, p. 6）。一方1964年頃になると Dakar から Cape Lopez をへて南緯6度附近に至る沿岸水域でフランスの竿釣漁業が始まり、その漁獲量は1956年に10,000トンを超えその後も増大を続けている（水産庁海洋第二課 1961, pp. 128, 129）。これらの漁業の漁獲量と漁獲強度との関係を吟味することは、キハダの資源の管理を考える上に緊急の問題となっている。

残念なことに、大西洋のキハダについては、資源状態を具体的に評価するために不可欠である生物学的ならびに海洋学的な知識はほとんど体系化されていない。この条件の下で進められた本研究は、延縄漁業の漁獲統計によって、資源状態に関するおおよその判断をまとめるとともに、今後進めなくてはならない調査研究の方向を提案することに主眼をおかざるをえなかった。とくにいろいろな成長率、死亡率、漁獲率のもとで異なった漁業が一つの年級からとりうる漁獲量を見積ることは当面の重要な課題の一つである。この点にかんして単純化した条件の下で二、三の考察を行った。

この研究を進めるに当っては多くの方々の御援助をいただいた。遠洋水産研究所矢部博前所長はこの研究を促進され、原稿を校閲された。同所浮魚資源部上村忠夫前部長、須田明現部長は研究を進める上で終始懇切な助言をあたえられた。木部崎修現所長、福田嘉男企画連絡室長、山中一郎海洋部長、は原稿を閲読され、また所員各位は有益な批判と助言をあたえられた。さらにこの研究は遠洋水産研究所を中心とするマグロ資源協同調査に従事または協力された各位の多大な努力によってえられた資料に基づいている。ここに記して感謝の意を表する次第である

#### えられている知識と資料

大西洋におけるキハダの資源状態を最初に吟味した研究者は LIMA・WISE (1963) である。同氏らは 1957年から1961年にブラジルを根拠として北緯15度から南緯35度にわたる水域に出漁した日本の延縄漁船の主

対象であるキハダとビンナガとの釣獲率を調べた。その結果キハダの釣獲率はビンナガのそれよりも一般に高いが、変動も大きく1957年から1961年にかけて漸減傾向を示したとのべている。つづいて中込(1964)は同じ期間における日本の延縄漁船の資料をとりまとめ、本種の主分布域を含む北緯20度から南緯20度に至る全水域で、釣獲率の著しい経年的な低下を認めている。1956~62年の大西洋における延縄漁業漁獲統計をとりまとめた塩浜他(1965)は、主要なマグロ類の経年的、季節的、海域的な変化を詳細に示し、キハダについては釣獲率の顕著な低下のみでなく、総漁獲尾数も1960年に極大に達したのちは漁獲努力量の増大にもかかわらず減少傾向に転じたことを指摘している。鉄(1965)は1957年から1963年にいたる毎年の釣獲率と漁獲努力量とを用いて、定常状態を仮定すれば、生残率は90%から53%に減少し、漁獲率は5%から44%に増大したことになるとのべ、さらにBERTALANFFYの成長式における $k$ が0.1~0.3、漁獲対象期間が7年、自然死亡係数が0.2以下であると仮定すれば、漁獲強度を1963年の水準以上に高めても持続して漁獲量を増大することはおぼめないと予測している。これらの報告にみるとおり、大西洋におけるキハダの資源状態は、延縄漁業の漁獲統計に基づいて吟味されてきたのである。

すなわち日本の延縄漁船の漁獲統計のみは旧南海区水産研究所を中心として組織的な調査資料がえられているが(塩浜他1965, 水産庁調査研究部1965, 1966, 1967), それ以外の資料は少なくとも日本ではほとんど入手できないのである。資源状態を解析的に評価するには、環境の変化は一応無視するとしても、少なくとも数量変動を異にする個体の集団を区別し、個々の集団の成長度、さらに進んでかれらに加えられているすべての主要漁業の漁獲強度と漁獲物の年令組成または標識魚の再捕率を知らなくてはならないが、延縄漁業の漁獲統計をのぞいて、これらの点についてえられている知識は乏しい。

大西洋に分布するキハダの系統群構造に関する研究としては、わずかに形態的特徴の地理的変異に関する断片的な報告があるだけであって(VILELA・FRADE 1963, pp.907~911), まだ系統群を区別する十分な根拠は

**Table 1.** Amount of catch of yellowfin taken by long-line and surface fisheries in the Atlantic, 1955-64.

Unit: 1000 metric tons

Year	Method of fishing	Total	Long-line	Surface fisheries inclusive of pole-and-line and purse seine			
	Country		Japan <sup>1)</sup>	Subtotal	France <sup>2)</sup>	Spain <sup>2)</sup>	Japan <sup>3)</sup>
1955		0.4	—	0.4	0.4	—	—
1956		1.4	—	1.4	1.4	—	—
1957		23.2	13.2	10.0	10.0	—	—
1958		38.7	27.2	11.5	11.5	—	—
1959		56.1	44.1	12.0	12.0	—	—
1960		74.4	57.8	16.6	16.6	—	—
1961		68.4	52.6	15.8	15.8	—	—
1962		56.2	34.8	21.4	17.8	2.5	1.1
1963		64.5	35.0	29.5	27.3	1.2	1.0
1964		62.6	33.2	29.4	26.8	0.8	1.8

1) Data from Statistics and Survey Division (1958-62), Japanese Ministry of Agriculture and Forestry, for 1957-61, and from unpublished statistics prepared by Japanese Fisheries Agency for 1962-64.

2) Data from FAO (1965, p. 13).

3) Data from Japanese Fisheries Agency (1961, p. 129).

えられていない。系統群の区別には、これらの断片的な形態測定資料をとりあげるよりは、漁獲記録を解析する方がむしろ具体的であるので(林1967), 次節で若干論議する。

つぎに大西洋のキハダにたいする漁獲の影響を考えると、延縄漁業のみでなく、竿釣、まき網などの表層漁

業を問題にせざるをえない。アフリカ西岸でキハダを漁獲するために古くから行われていた沿岸漁業は、1940年代にはいってアンゴラ南部で動力を用いた竿釣漁船が使用されはじめると急速に盛んになった (VILELA・FRADE 1963, pp. 924-927)。表層生活をしているカツオ、マグロの未成魚を対象とするこの漁業にはその後まき網も加わり、その漁獲量は近年になって延縄漁業漁獲量の減少と対照的に、ほぼそれに匹敵する約3万トンに達している (表1)。表層漁業はキハダを主対象としているので、このような漁獲量の急増は本種の資源状態を評価する上に無視できない。しかし本研究で用いることができた表層漁業の漁獲統計はFAO (1965) および水産庁生産部海洋第二課 (1961) が発表したキハダ・カツオを含む総漁獲量のみである。

資源に対する漁獲の影響を見積るばあいには、まず魚群の年々の死亡率を推定しなくてはならないので漁獲物の年令組成を知る必要がある。成長量が大きくしかも硬組織による年令査定が非常にむずかしいマグロ類の年令組成は、通例成長曲線と体長 (または体重) 組成とから推定されている (たとえば本間他未発表)。しかし大西洋のキハダについては、成長度と体長組成との資料はいずれも極めて不十分である。

VILELA・FRADE (1963, p. 921) が示した POSTEL および VINCENT-CUAZ の成長度推定値は、太平洋のキハダについて求められたそれ (藪田他 1960, p. 73, HENNEMUTH 1961a, pp. 26, 27, 本間他未発表) の約 $\frac{1}{2}$ であり、Ⅲ才における体長の増大量がそれよりも高令であるⅣ～Ⅵ才における増大量よりも大きい (図1)。太平洋のキハダについても研究の初期には鱗上の輪が年一回形成されると誤まれていたために、その成長度は小さく見積られた (藪田他 1960, p. 72)。またキハダを含む多くのマグロ類の成長は BERTALANFFY の式で示されているので、体長の増大量は年令とともに減少すると考えられる。すなわち多くの情報に基づいて吟味されてきた太平洋におけるキハダの推定成長度にくらべて、大西洋におけるそれは信頼性に乏しいと言わざるをえない。さらに表層漁業漁獲物および延縄漁獲物の体長組成について断片的な資料が公表されているにすぎないので (たとえば IDYLL・DESILVA 1963, JAEGER 1963, TALBOT・PENRITH, 1963, VILELA・FRADE 1963), 漁獲対象ストックの年令組成とそその変化を推定することができない。

### 考察の前提

資源状態を評価するための基礎的資料の制限から、系統群の構造、成長度および漁獲物の年令構成を次のように前提せざるをえない。まず系統群の構造を仮定するために塩浜他 (1965, pp. 108-113) が示した 1956～62 年における延縄漁業の緯経度1度柁目毎の月別釣獲率分布を概観しよう。北半球の冬にあたる2, 3月には、キハダの濃密域は、ほとんどギニア湾 (北緯5度～南緯10度, 東経10度～西経10度) に限られる。ギニア湾を除くこの季節におけるキハダの分布域は、南半球に偏り、せまい高密度域がブラジル北東部, ギアナ沖合 (北緯5度～10度, 西経50度附近) にあるほか, 南緯10度～20度に広がっている。4月にもほぼ同じ分布が見られているが、漁場はいくらか北西および北方に広がる反面、南緯10度以南では、ブラジル沖 (南緯24～27度, 西経34～37度) のごく限られた濃密域を除いて、ほとんど漁獲されていない。漁場の北方への移動傾向は5月にはさらに顕著になり、ブラジル北東部～ギアナ沖とアフリカ西岸との沖合に濃密域が現われ、ギニア湾では逆に密度が低くなっている。北半球の夏にあたる6～9月には、主漁場は赤道以北、とくにギアナからブラジル北東部にいたる南米東岸と、モーリタニアからセネガルにいたるアフリカ西岸を連ねる北緯2～17度の水域に高い釣獲率がみられている。ただしこの指数からみた密度は東西方向に一様ではなくて、洋心にあたる西経30～40度でやや低く、その両側が高い。北半球の秋にあたる10月以降には、漁場は南東および南方に移動する傾向を示し、11、

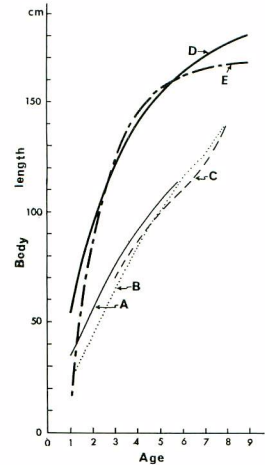


Fig. 1. Growth curves estimated for the yellowfin in the Atlantic and Pacific Oceans.

A: Atlantic yellowfin by POSTEL (1955).

B: Male Atlantic yellowfin by VINCENT-CUAZ (1960).

C: Female Atlantic yellowfin by VINCENT-CUAZ (1960).

D: Pacific yellowfin by YABUTA et al. (1960).

E: Pacific yellowfin by HENNEMUTH (1961a).

12月にはギニア湾における密度が高まるとともに、密度は低いが南緯10度以南でもとられるようになり、1月には主漁場がギニア湾に集中する。釣獲率の分布からみれば、大西洋のキハダの主群は、北半球の冬には北緯度以南、とくにギニア湾に集中し、夏には赤道以北に広がる。

洋心部における釣獲率の低いことがたんなる見かけ上の現象であるとするれば、かれらは春から夏にかけて北西および北方に移動し、その一部はギアナからブラジルにいたる南米東岸の沖合に、他の一部はモーリタニアからセネガルにいたるアフリカ西岸の沖合に集中するほか、密度は低い南緯20度以北、北緯25度まで広く分布すると考えられる。北半球の冬をむかえるとかれらは、南東および南へ移動し、冬にはふたたびギニア湾に集結する。したがってここでは大西洋で延縄漁業の対象となっているキハダ個体群の大部分が一つの系統群

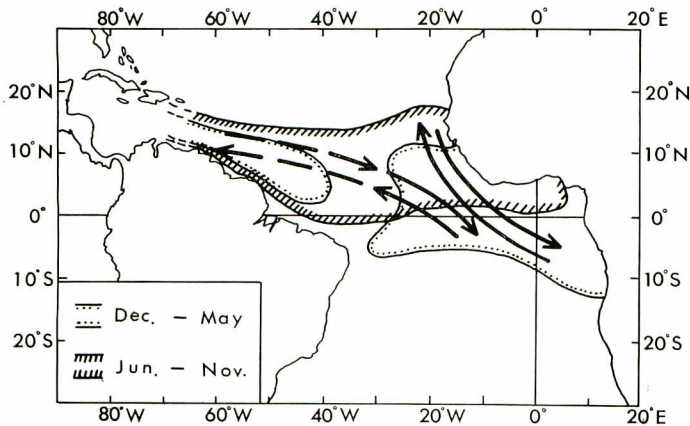


Fig. 2. Extent of major fishing ground and migratory routes assumed for yellowfin exploited by Japanese long-line fleet in the Atlantic.

Dotted and shaded areas denote major distributional range in December through May, and June through November, respectively.

Straight and broken arrows denote traced and assumed migratory routes, respectively.

もっとも太平洋のばあいでも、成長係数の推定値は決して確定してはいない。藪田・行縄 (1959, p. 9), 藪田他 (1960, p. 73) の数値を用いて本間他 (未発表) は太平洋中西部の延縄対象魚の年成長係数を 0.33 と推定しているのに対して、HENNEMUTH (1961 a, p. 26) は太平洋東部の竿釣およびまき網漁獲物について、月成長係数を年級別に求め、1953 年級 0.047, 1954, 1955 年級 0.055, 平均 0.05 とおいている。つまり延縄漁獲物について求めた年成長係数 0.33 にくらべて、表層漁業漁獲物のそれは 2 倍近い 0.60 である。しかし成長曲線を時間に対する体長の回帰式と考え、生涯にわたる成長はできるだけ多くの年令群の測定値を用いて求めた方が信頼できるはずである。したがって、ここでは藪田他 (1961) の資料から求められた本間他 (未発表) の推定値を主として用いることにする。

漁獲物の年令構成については一応次のように仮定する。まず延縄漁業によって漁獲されるキハダの主体は太平洋におけると同様、Ⅲ～Ⅷ才魚であり (上村 1965, p. 201, 本間他未発表), アフリカ西岸の表層漁業漁獲物の主体は、水産庁海洋第二課 (1961, p. 130), LE GUEN・POINSARD (1966) の資料から示唆されるように、Ⅰ, Ⅱ才魚である。

### 魚群量指数の経年変化

延縄漁業による漁獲尾数は、もしすべての漁船のすべての航海についての資料が収集されていれば、それらの和として求められるわけであるが、現実には一部の漁船の資料はえられていない。しかし農林省統計調査部は大西洋における年間規模別航海数を発表している、それと漁船から報告された航海数との比によって、

に属すると仮定しておく (図 2)。

大西洋のキハダに対する成長度の推定値にはいくつかの問題点があることはすでにのべたとおりである。ところで太平洋におけるキハダは発生年末に 50 cm 余り、第 2 年末に 100 cm 前後、第 3 年末に 130 cm 前後に達すると考えられている (図 1)。一方ギニア湾南部で表層漁業によって漁獲されている未成魚が体長 50~60 cm および 110 cm にモードをもつ二群よりなっている (LEGUEN・POINSARD 1966)。もしこれらの二群がそれぞれ二つの年令群に対応しているとすれば、二つのモードはそれぞれ太平洋のⅠ才魚およびⅡ才魚の初期における推定体長とほぼ一致する (図 1)。

漁獲尾数を補正してある（塩浜 1965, 水産庁調査研究部 1965, 1966, 1967, 本間他未発表）。

太平洋やインド洋と同様大西洋においてもキハダの主漁場は赤道水域にひろがっているが、ここでは漁場分布が季節によって著しく変化する。キハダの主漁場である赤道水域を4つの海区に分けて（図3）、それぞれにおける漁獲の季節変化をみると主漁期は西経15度以東の4海区では1～3月、その西に連なる3海区では4～6月、西経30度以西の1, 2海区では7～12月である。したがってすべての海区における年間の総努力量と総漁獲量とから直接魚群量を求めると誤差が大きくなるので、海區別、四半期別（1～3月, 4～6月, 7～9月, 10～12月）に漁獲量と漁獲努力量（使用釣数）とを用いて単位努力当漁獲尾数（釣獲率）を求め、その面積加重平均によって魚群量指数、すなわち面積で加重した平均の釣獲率  $n$  を推定した（式1）。

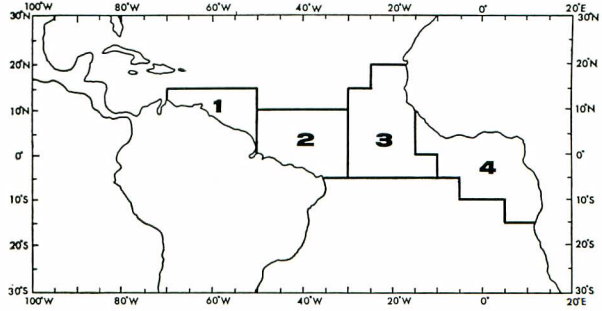


Fig. 3. Four divisions of major fishing grounds for estimation of abundance of yellowfin exploited by Japanese long-line fleet in the Atlantic, 1956-64.

$$n = 100 \sum_{i=1}^k A_i \left( \frac{\sum_{j=1}^{m_i} C_{ij}}{\sum_{j=1}^{m_i} X_{ij}} \right) / \sum_{i=1}^k A_i \dots\dots\dots(1)$$

- $C_{ij}$ ;  $i$ —海区,  $j$ —四半期における漁獲尾数
- $X_{ij}$ ;  $i$ —海区,  $j$ —四半期における使用釣数
- $A_i$ ;  $i$ —海区における緯経度5度柁目の数
- $k$  ; 操業された海区の数
- $m_i$ ;  $i$ —海区で漁獲があった四半期の数

一方漁場の面積を年々一定していると仮定して、この平均釣獲率によって総漁獲尾数  $C$  を除して、大西洋赤道水域全体における毎年の有効漁獲努力量  $f$  を求めた（式2）。

Table 2. Catch, effective effort and average density of yellowfin stocks exploited by Japanese long-line fleet in the Atlantic, 1956-64.

Year	Catch in number	Effective effort in 100 hooks	Density in number of fish taken by 100 hooks
1956	12,028	1,245	9.661
1957	258,536	34,666	7.458
1958	746,484	89,207	8.368
1959	1,097,537	151,594	7.240
1960	1,158,533	190,705	6.075
1961	967,954	233,975	4.137
1962	974,018	356,261	2.734
1963	885,778	389,353	2.275
1964	879,168	460,057	1.911

$$f = C/n \dots\dots\dots(2)$$

したがってここに求めた漁獲努力量の単位は 45・36 個の緯経度5柁目に投下された釣100本である。

以上の計算によると、キハダに対する漁獲努力量は 1963 年をのぞいて逐年増大したが、総漁獲尾数は1960

年の 117 万尾を境に漸減している。漁獲努力量と漁獲尾数との経年変化を反映して、平均釣獲率は、とくに 1960 年以降急速に減少し、1964 年には 1.9% で、1956 年における 9.7% の 1/5 以下になっている (図 4, 表 2)。

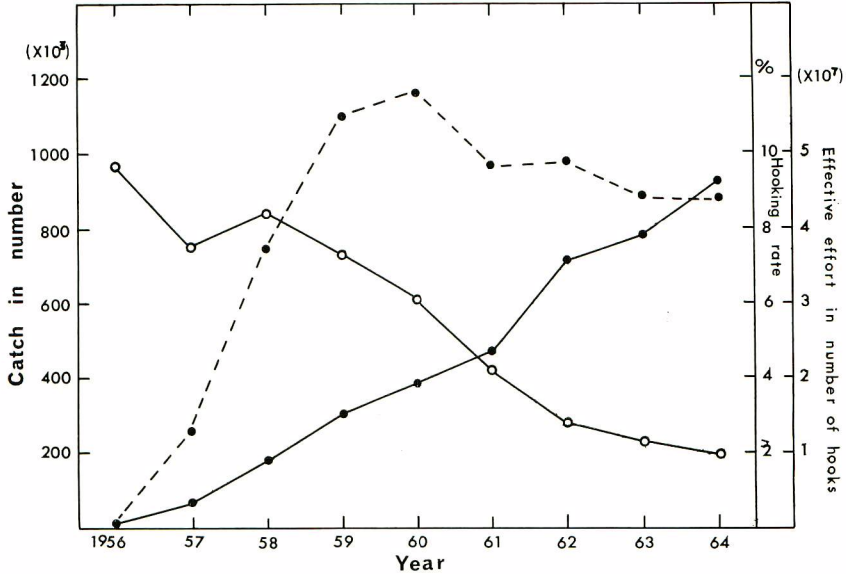


Fig. 4. Catch in number of yellowfin taken by Japanese long-line fleet operated on the Atlantic, and average hooking rate and effective effort for the major stocks exploited in the equatorial waters, 1956-64.

Closed circles with dotted line, open circles and closed circles with straight line denote catch, hooking rate and effective effort, respectively.

調査の現状から、魚群量の減少にあつた漁獲の影響を解析的に推定することはできない。しかしとりえず延縄漁業の対象資源への加入量が減少しているか否かを近似的にでも見積る必要がある。

土井 (1962) は漁獲対象期間の長いタラバガニについて漁獲量と漁獲強度とがあたえられているばあいに、定常状態が保たれているか否かを見積る方法をあたえている。同氏 (同上, p. 13) は、生残率  $S$  がある期間にわたって一定ならば資源尾数  $N$  が

$$N = \sum_{i=0}^n RS_i = \frac{R(1-S^{n+1})}{1-S} \dots\dots\dots (3)$$

であらわされ、

$$N' = \frac{R}{1-S} \dots\dots\dots (3')$$

とすれば  $n$  が大きくなると  $N$  は  $N'$  に近づくことから出発する。 $N=N'$  であれば、漁獲尾数  $C$  は、漁獲率、 $E = \frac{F(1-S)}{F+M'}$  と資源尾数、 $N$  との積であるから

$$C = EN = \frac{RF}{M+F} = \frac{Rfq}{M+fq} \dots\dots\dots (4)$$

がえられる。(4) の両辺を  $f$  で割って逆数をとると

$$\frac{f}{C} = \frac{1}{R} \cdot \frac{M}{q} + \frac{1}{R} \dots\dots\dots (5)$$

がえられる。したがって同氏は定常状態が満足されている期間がいくつかあれば単位努力当漁獲量の逆数と、有効漁獲努力量  $f$  との間に直線関係がなりたちその 0 次および一次の回帰係数によって加入量および漁獲能

率と自然死亡係数との比が求められるとのべている。しかしこれらの式は、タラバガニに比べて寿命と漁場開発年数とがはるかに短かく、さらに定常状態にはたっていないキハダに適用するばあいには限界をもっている。ここでは  $f$  と  $f/C$  との間の直線性の吟味に重点をおき、回帰係数そのものの値は簡単にふれるにとどめた。

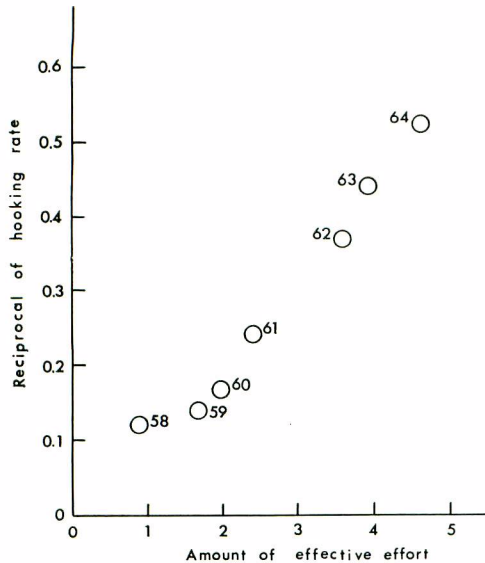


Fig. 5. Correlation between reciprocal of hooking rate and effective effort of yellowfin stocks taken by Japanese long-line fleet operated on the equatorial Atlantic, 1958-64.

Arabic numerals denote year.

は 10,000 トンに急増し、1963 年以降には、延縄漁業のキハダ漁獲量に匹敵する 30,000 トン前後にたっている（表 1）。しかも表層漁業は延縄漁業に比べて若い、つまり平均体重の小さい個体を対象としているので前者の漁獲尾数は後者のその何倍かになっているのである。もっとも表層漁業漁獲物はその増大とともに、多くのカツオを含むようになったといわれているが、少なくとも 1957 年以降急増したその漁獲が、その後における延縄対象群の加入量に影響している可能性は十分考えられることである。表層漁業の漁獲量はまだ大巾な減少を示してはいないし、延縄対象群への加入量も 1960 年以降の数年の間では低下しているとはいいい切れないので、大西洋のキハダの再生産が悪化していると断定する根拠はない。しかし対象魚群の年令構成から明らかなどおり、表層漁業の影響は、2, 3 年後に延縄漁業に現われるはずであるから、1963 年以降前者の漁獲量が重量で 30,000 トンになり尾数では延縄漁獲物をはるかに上廻っている事実には注意を払う必要がある。このような事情の下では、延縄漁業の調整のみによって大西洋のキハダ資源の保護対策を立てることは不可能である。

### 異った年令群を対象とする二つの漁業による漁獲量の相互関係

キハダの未成魚は表層附近を群泳し成魚は中層を主な生活領域とする。したがって未成魚期には集約的に漁獲できるまき網、竿釣などが、また成魚期には延縄が適切な漁法である。表層漁業は太平洋東部でさかんになったのについて大西洋においてもその漁獲量を急速に増大している（表 1）。したがってキハダの資源を管理するばあいには各々の漁業にたいする配分を合理的に定める必要に迫られている。

漁業間の適正な配分は社会的条件に対応して変化する。しかしいずれにせよ一つの種の漁獲量を支配する数多くの要因のうちで、漁獲開始年令と漁獲率しか人為的に制御できない現在では、とりあえずこれら二つの要

ここで用いることのできた漁獲統計のうち資料の少ない 1957 年以前をのぞくと、 $f$  にたいして  $f/C$  は、1958~64 年の 8 年間にわたって、ほぼ直線的に変化しているようである（図 5）。 $f$  にたいする  $f/C$  の回帰係数 0.00152 は 0.1% の危険率で有意である。ところでこの点列をよくみると始めの 1958 年の点がこの回帰直線からやや上に離れ、それ以後の 6 年間にこの年に比べて加入が減少したようにもみえる。もっとも開発初期にあたる 1958 年の点のはなれているだけであるし、漁獲努力は年々増大しているので、この直線性から加入が安定していたこと積極的に主張しえないとはいえ 1959 年以降において加入が著しく減少したともいい切れない。

ところで大西洋でキハダを漁獲している漁業は上述のとおり、日本の延縄漁業のみではない。アフリカ大陸西岸でキハダ、カツオを漁獲する漁業は 1940 年代後半から急速に近代化し（VILELA・FRADE 1963）、1955 年以降、フランス、スペイン、日本などの竿釣、まき網漁船の操業が活発になり I、II 才魚を漁獲するようになった。これらの表層漁業による漁獲量は 1956 年にはわずかに 1,000 トン前後であったが、1957 年に



因の変化が資源量と漁獲量に及ぼす影響を調べておくことは当面必要な課題である。なおここで漁獲開始年齢は主として漁法に、漁獲率は主として漁獲努力量に関係している。BEVERTON・HOLT (1957, p. 36 317~320) はある年齢  $t_0$  に達したときにはじめて、しかもそのときからすべての魚が漁獲の対象となり、上記の2要因以外がすべて一定であると仮定して、この要因のいろいろな組合せにたいする加入当り漁獲重量を求めている(式6)。

$$Y/R = FW_{\infty} e^{-M(t_0 - t_r)} \int_{t_r}^{t_0} (1 - e^{-k(t-t_0)})^3 e^{-(M+M)(t-t_0)} dt \dots\dots\dots(6)$$

- Y: 漁獲重量       $W_{\infty}$ : 平均体重の極限值       $t_0$ : 計算上の発生時期
- R: 加入尾数       $t_r$ : 加入年齢
- F: 漁獲係数       $t_c$ : 漁獲開始年齢
- M: 自然死亡係数       $t_a$ : 寿命となる年齢

式6における  $k$  と  $M$  とはどの程度であろうか。すでにのべたとおり大西洋のキハダ資源については信頼するにたる特性値は推定されていないので、太平洋の数値を考慮して、実際と思われる数値をつぎのように仮定した。

まず成長係数の値は上述の論議によって0.2から0.8の間にあると考えられるかここではとりあえず0.33とおく。 $t_0$ は一応0とおく。

自然死亡係数の推定は成長係数のばあいにくらべてさらに困難である。この値は通例漁獲強度にたいする全死亡係数の  $Y$  切片として、つまり全死亡係数と漁獲係数との差として求められるので、その推定精度は低いと考えざるをえない。HENNEMUTH (1961b, p. 13) は等漁獲量曲線を描くにあたって、SCHAEFER (1957, p. 255) の漁獲能率推定値を用いて自然死亡係数を平均0.8, 下限0.6, 上限1.0とおいている。上村(1965, p. 201) は中西部太平洋で延縄漁業の対象となっているストックのみかけの自然死亡係数をⅢ才で0.3~0.4, IV才魚以上で0.8と推定しているが、逸散や加入を考えると0.6前後であろうと判断している。ありそうな値をすべて含ませるために自然死亡係数を一応0.4~1.2の間にあり平均は0.6として計算を進めた。成長係数を0.33, 自然死亡係数を0.6として式6を計算すると加入当り漁獲量は漁獲係数とともに増大するが、漁獲開始年齢  $t_0$  が生後2.7年のばあいに最大となる(図6)。

この年齢は延縄漁業による平均漁獲開始年齢よりはやく低く、表層漁業によるそれよりは高い。したがってこの数値を用いるかぎりでは表層漁業よりも延縄漁業の方が、同じ加入からの漁獲量を大きくできるはずである。しかし式6から明らかなおとおり  $Y/R$  を極大にする漁獲開始年齢は成長係数および自然死亡係数の増大にともなって低下する。

HENNEMUTH (1961b, pp. 15, 16) は太平洋東部赤道水域のキハダの成長係数を0.60として、自然死亡係数を0.6, 0.8, 1.0にたいする加入当り漁獲量を最大にする漁獲年齢を2.4, 2.2, 2.0年と推定している。

したがって高令魚を主対象とする延縄漁業と若年魚を主対象とする表層漁業とのいずれが、加入した年級か

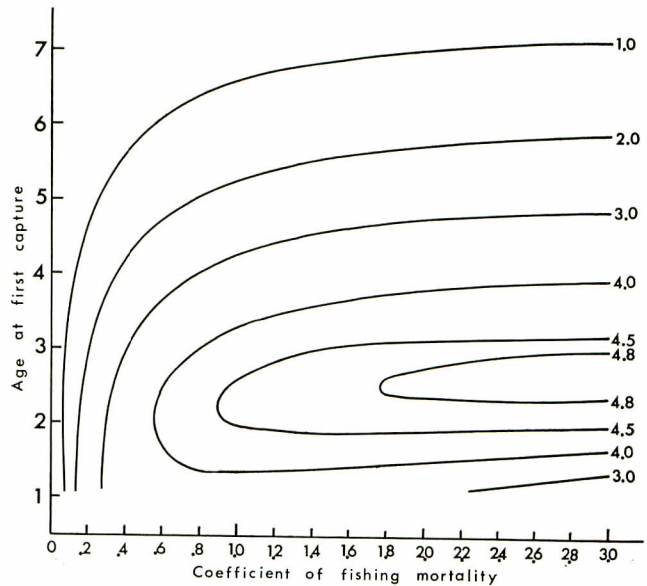


Fig. 6. Isopleth diagram of yield-per-recruit against average age at first capture and fishing mortality coefficient for yellowfin based upon an assumption that coefficients of growth and natural mortality are 0.33 and 0.6, respectively.

ら大きな漁獲をうるに適しているかは、生体量そのもののみを問題とするかぎり、まず成長係数と自然死亡係数とによって定まるのである。適切な漁獲開始年令を求めるためには、漁獲が存在しないばあい一つの年級の生体量が、一生の間に示す変化を調べてみる必要がある。生体量がもっとも大きくなったときに、次の世代

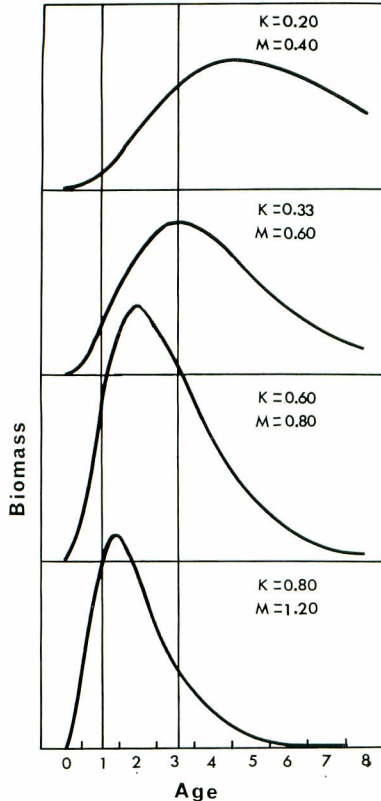


Fig. 7. Biomass at different ages for four assumable sets of coefficients of growth,  $k$ , and natural mortality,  $M$ , for yellowfin.

が 0.6 前後であれば、成長係数が今までにえられたもっとも高い値 0.6 前後でも、一つの年級群の生体量は生後 2.5 年で最高になる。自然死亡係数が HENNEMUTH (1961 b, p. 15) が見積っているように 0.8 前後とすると生体量が最大となる年令は、現在えられている成長係数のはんいでは 0.3 で 2.4 年、0.6 で 2 年となる。つまり生体量が最大となる年令は表層漁業と延縄漁業との平均漁獲開始年令の中間におちるので、加入当漁獲量を最大にするのにいずれの漁獲が有利であると断定することはできない。しかし自然死亡係数 1.2、成長係数 0.8 という極端に高い値を考えても生体量が最大となる年令が 1.3 年であるということは、小型魚を漁獲する可能性の大きい表層漁業が発展するばあいに生ずる体長制限または体重制限の設定に重要な示唆をあたえる。

太平洋の延縄漁獲物からえられた成長曲線を用いると (本間他未発表)、発生第 1 年末つまり 1 才始めの体長は約 53 cm であり、やはり太平洋でえられた体長にたいする体重の相対成長式によると (上村, 本間 1959, p. 104) 内臓抜きで 2 kg に相当する。したがって加入当漁獲量を小さくしないためには少なくとも約 53 cm, 2 kg 以下の小型魚は漁獲の対象としないことが必要となるといえる。

もっとも現実の漁業では海中の魚を一時にとることは不可能であって、加入当漁獲量を最大にするには、

を維持するに足りるだけの個体を残して、すべてを一時にとることができるのであれば加入当漁獲量は最大となるからである。

式 6 が成り立つ仮定を前提すれば一つの年級群の生体量は次の変化をたどる。

$$P_t = W_t N_t = W_\infty R (1 - e^{-k(t-t_0)})^3 e^{-M(t-t_r)} \dots \dots \dots (7)$$

BERTALANFFY 曲線上における発生時刻  $t_0=0$  とおくと式 7 では次のように書ける。

$$P_t' = \frac{P_t}{B} = (1 - e^{-kt})^3 e^{-Mt} \dots \dots \dots (8)$$

ただし  $B = W_\infty R e^{Mt_r}$

上述の論議から  $k, M$  を a: 0.20, 0.40, b: 0.33, 0.60, c: 0.60, 0.80, d: 0.80, 1.20 とおいて一つの年級群の生体量推移の変化を比較した。ここで b, c はそれぞれ延縄漁業および表層漁業対象資源つについてもっとも妥当と思われる値 a, d はそれぞれここで仮定した成長係数と自然死亡係数の範囲では生体量の最大となるときがもっとも高年および低年で現れるばあいである。その結果によると、成長係数と自然死亡係数とを極端に大きく仮定しても、一つの年級群の生体量が最大となる年令  $t_{max}$  は 1 才をこえている (図 7)。これら二つの係数にたいする  $t_{max}$  の変化、およびいろいろな成長係数と  $t_{max}$  とに対応する自然死亡係数の変化は、それぞれ次の式 (9) および (10) から計算される。

$$t_{max} : \frac{dP_t'}{dt} = \frac{d}{dt} (1 - e^{-kt})^3 e^{-Mt} = 0 \dots \dots \dots (9)$$

を満足する  $t$

$$\text{自然死亡係数} : M = 3ke^{-kt_{max}} / (1 - e^{-kt_{max}}) \dots \dots \dots (10)$$

生体量が最大となる年令  $t_{max}$  を考えられる成長係数  $k$  (0.2~0.8)、自然死亡係数  $M$  (0.2~1.2) の範囲で求めると 1.3 才をこえている (図 8)。

したがって上村 (1965p. 202) が想定したように自然死亡係数

$t_{max}$  よりも早い時期にとりはじめなくてはならないが (田中 1958a p.8), その時期は当然  $F$  が小さいほど早くなる。たとえば成長係数を 0.33, 自然死亡係数を 0.6 と仮定すると, 年級の生体量は 2.95 才で最大となるが, 加入当り漁獲量を最大にする漁獲開始年令は漁獲係数が 1 ならば 2 才をわずかにこえる程度である (図 6)。このように加入当り漁獲量を最大にする漁獲開始年令は成長係数, 自然死亡係数, 漁獲係数によって大きく変化するので対象魚の年令を異にする二つの漁業があったばあい, これら 3 つの係数のいろいろな組合せにたいする総漁獲量の変化を考察する必要がある。なおもし高令魚を対象とする漁業によってとられる魚が産卵親魚であればその資源量の変化を調べて二つの漁業が再生産に及ぼす影響を問題にする必要がある。田中(1958b p.6) はマイワシについて生じた同じ問題をといている。ここでは同氏にならって, キハダにたいする二つの漁業の総漁獲量および親魚資源量が, 自然死亡係数および漁獲係数の変化によってどのように変るかを吟味した。

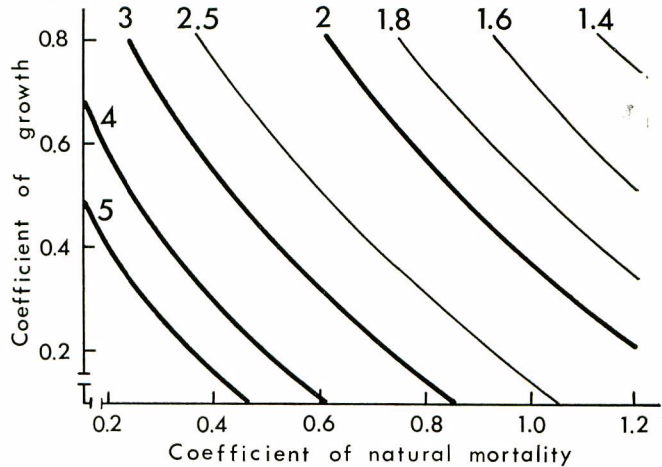


Fig. 8. Age at which the biomass reaches to the maximum of given recruitment for assumable coefficients of natural mortality and growth.

キハダの計算はつぎの仮定の下で進められた。

1. 表層漁業および延縄漁業は同じ系統群に属する全個体を対象としている。
2. 表層漁業への加入年令  $t_c$  は漁場への来遊時期  $t_r$  と一致して満 1 才であって, それ以後の個体の増重量は BERTALLANFY の式で表わされ, 極大体重は 122 kg, 年成長係数は 0.33 である。
3. 表層漁業の対象となった魚は  $t_p$  才でまったくその対象ではなくなり, 替って延縄漁業によって寿命  $t_a$  になるまでとられる。ただし  $t_p$  は 2 才,  $t_a$  は 8 才である。
4. 表層漁業および延縄漁業の対象期におけるそれぞれの漁獲係数と自然死亡係数 ( $F_S, M_S$ ), ( $F_L, M_L$ ) はそれぞれの期間を通じて一定である。
5. 延縄漁業対象期の魚はすべて産卵に参加し, 卵産出量は生体量に比例する。

この仮定の下で, 表層漁業および延縄漁業による漁獲量  $Y_S, Y_L$  ならびに親魚資源量  $P_L$  は次式であたえられる (式 11-13)。

$$\begin{aligned}
 Y_S &= F_S \int_{t_c}^{t_p} W_t N_t dt \\
 &= F_S W_\infty R \int_{t_p}^{t_c} (1 - e^{-kt})^3 e^{-(F_S + M_S)(t - t_c)} dt \\
 &= F_S W_\infty R \left\{ \frac{1 - e^{-(F_S + M_S)(t_p - t_c)}}{F_S + M_S} - \frac{3e^{-kt_c}(1 - e^{-(F_S + M_S + k)(t_p - t_c)})}{F_S + M_S + k} \right. \\
 &\quad \left. + \frac{3e^{-2kt_c}(1 - e^{-(F_S + M_S + 2k)(t_p - t_c)})}{F_S + M_S + 2k} - \frac{e^{-3kt_c}(1 - e^{-(F_S + M_S + 3k)(t_p - t_c)})}{F_S + M_S + 3k} \right\} \dots\dots\dots 11
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y_L &= F_L \int_{t_p}^{t_a} W_t N_t dt \\
 &= F_L W_\infty R e^{-(F_S + M_S)(t_p - t_c)} \int_{t_p}^{t_a} (1 - e^{-kt})^3 e^{-(F_L + M_L)(t - t_p)} dt \\
 &= F_L W_\infty R e^{-(F_S + M_S)(t_p - t_c)} \left\{ \frac{1 - e^{-(F_L + M_L)(t_a - t_p)}}{F_L + M_L} - \frac{3e^{-kt_p}(1 - e^{-(F_L + M_L + k)(t_a - t_p)})}{F_L + M_L + k} \right. \\
 &\quad \left. + \frac{3e^{-2kt_p}(1 - e^{-(F_L + M_L + 2k)(t_a - t_p)})}{F_L + M_L + 2k} - \frac{e^{-3kt_p}(1 - e^{-(F_L + M_L + 3k)(t_a - t_p)})}{F_L + M_L + 3k} \right\} \dots\dots\dots (12)
 \end{aligned}$$

$$P_L = Y_L / F_L \dots\dots\dots(13)$$

ここで  $M_S=0.4, 0.6, 0.8, M_L=0.4, 0.6, 0.8, 1.0$  として  $F_S, F_L$  が 0 から 2.0 に変化したばあいの  $Y_L, Y_S+Y_L=Y, P_L$  を計算した (図9)。その結果から、上述の前提のもとでは、総漁獲量、延縄漁獲量、延縄対象資源量すなわち卵産出量の指数についてそれぞれ次のことがいえる。

まず一つの年級からえられる総漁獲量を大きくするばあいを考える。最大に近い総漁獲量にたいする曲線は未成魚の自然死亡係数が 0.6 以下、または成魚のそれが 0.4 であれば、上に凸でしかも、表層漁業のある漁獲係数にたいする X 軸に平行な直線に限りなく近づく。つまりこの曲線の切線の勾配は延縄漁業の漁獲係数が増大するにしたがって 0 に収斂する。この曲線の内側が漁獲量を増大する方向であるから、切線に立てた垂線の内側にそって漁獲係数を移動すれば漁獲量は増加する。そうすると曲線の性質から表層漁業を減らさなくては漁獲量を増大できないことになる。この曲線の形は自然死亡係数が増大するにもなって変ってくる。未成魚の自然死亡係数が 0.8 以上で、かつ成魚のそれが 0.6 以上であれば左方に凸な曲線がえられる。すなわち自然死亡係数、とくに未成魚期のそれが極端に高ければ延縄漁業の漁獲強度が低い限り表層漁業の強度は適正値をもつ、つまり表層漁業の漁獲係数を延縄漁業のそれとともに適当に増大させれば総漁獲量を増加させることができる。この後の形の曲線は自然死亡率が低いばあいでも低い水準で安定させた総漁獲量にたいしてはあらわれる。

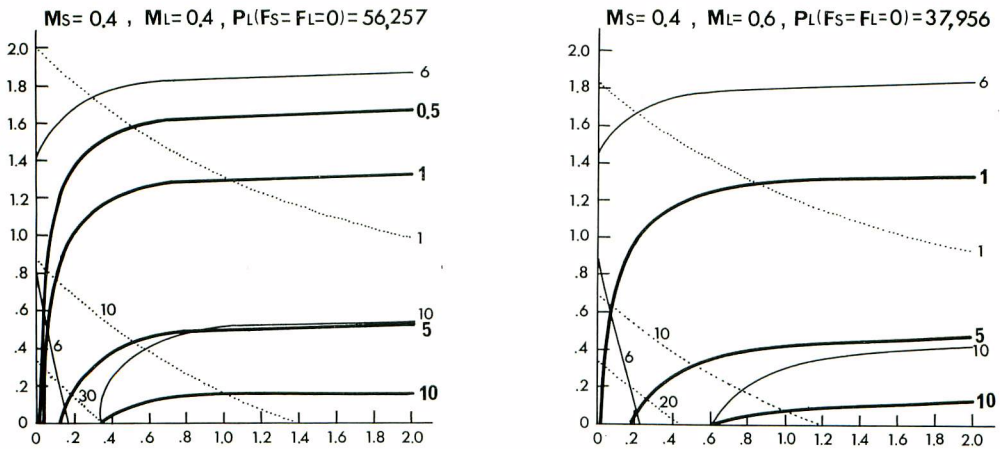


Fig. 9. Isopleth diagrams of biomass and yield-per-recruit against coefficients of surface and long-line fisheries.

Coefficient of growth, and natural mortality are assumed as follows:

Coefficient of growth: 0.33

Coefficient of natural mortality of surface stock: 0.4, 0.6, and 0.8

Coefficient of natural mortality of long-line stock: 0.4, 0.6, 0.8 and 1.0

Fine and bold lines, and dotted line denote total yield, yield of long-line fishery, and biomass of long-line stock, respectively.

Numerals of abscissa and ordinate denote coefficients of mortality caused by long-line and surface fisheries, respectively.

延縄漁業の漁獲量は当然表層漁業が存在しないときに最大となるが、それが表層漁業の拡大にもなって急激に減少するというをとくに指摘したい。もちろん表層漁業の影響は自然死亡係数が低いほど顕著である。ただしここでとり扱ったはんいでは  $F_L$  が 0.4~0.6 をこえると延縄漁業の漁獲量はほとんど増大しない。表層漁業の漁獲量を延縄漁業の a 倍にするためには、これらの計算結果を参照しながら次式を満足させる漁獲係数を実現すればよいことになる (式14)。

$$F_S e^{(F_S+M_S)(t_p-t_c)} \left\{ \frac{1 + e^{-(F_S+M_S)(t_p-t_c)}}{F_S+M_S} - \frac{3e^{-kt_c}(1 - e^{-(F_S+M_S+k)(t_p-t_c)})}{F_S+M_S+k} \right\}$$

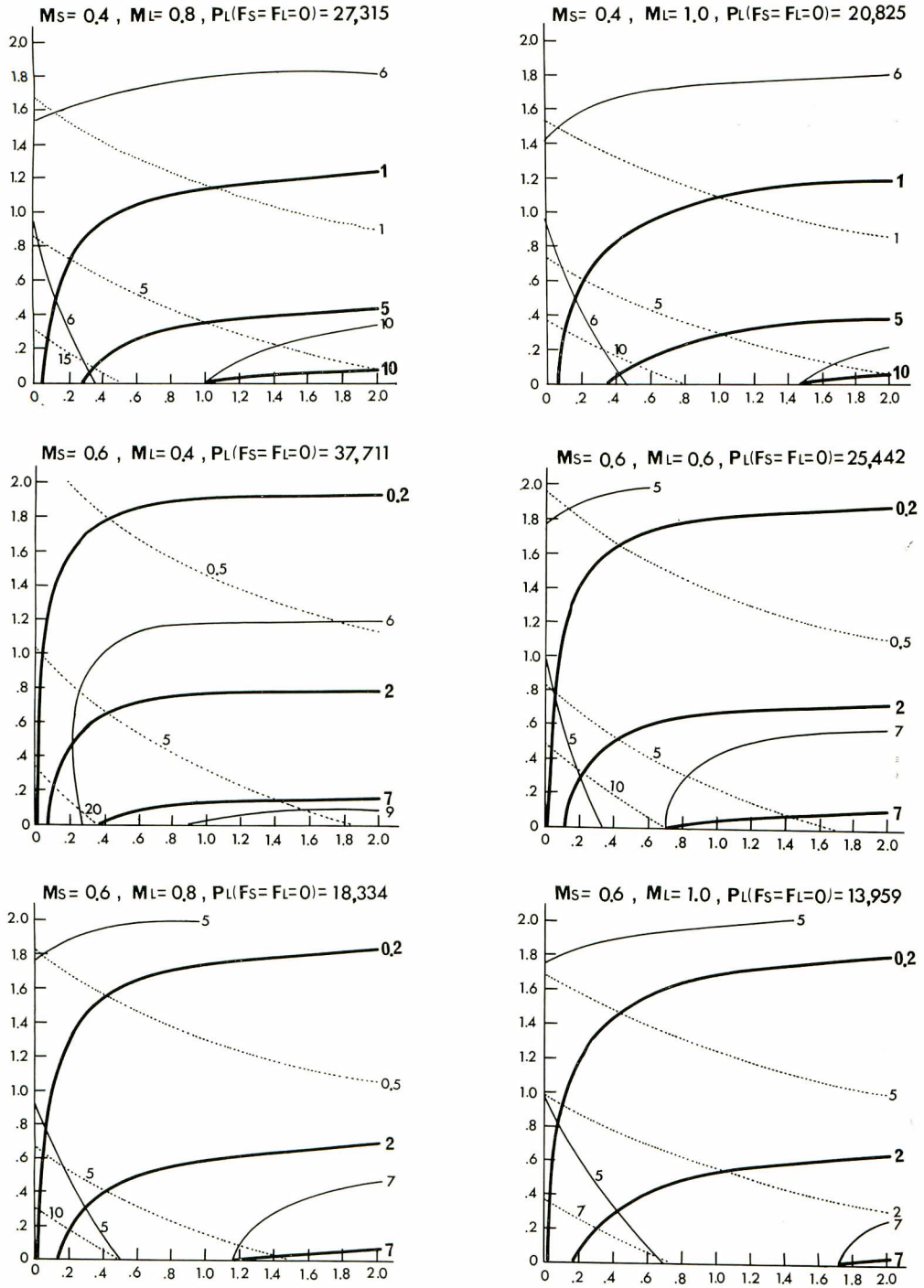


Fig. 9. Isopleth diagrams of biomass and yield-per-recruit against coefficients of surface and long-line fisheries (continued).

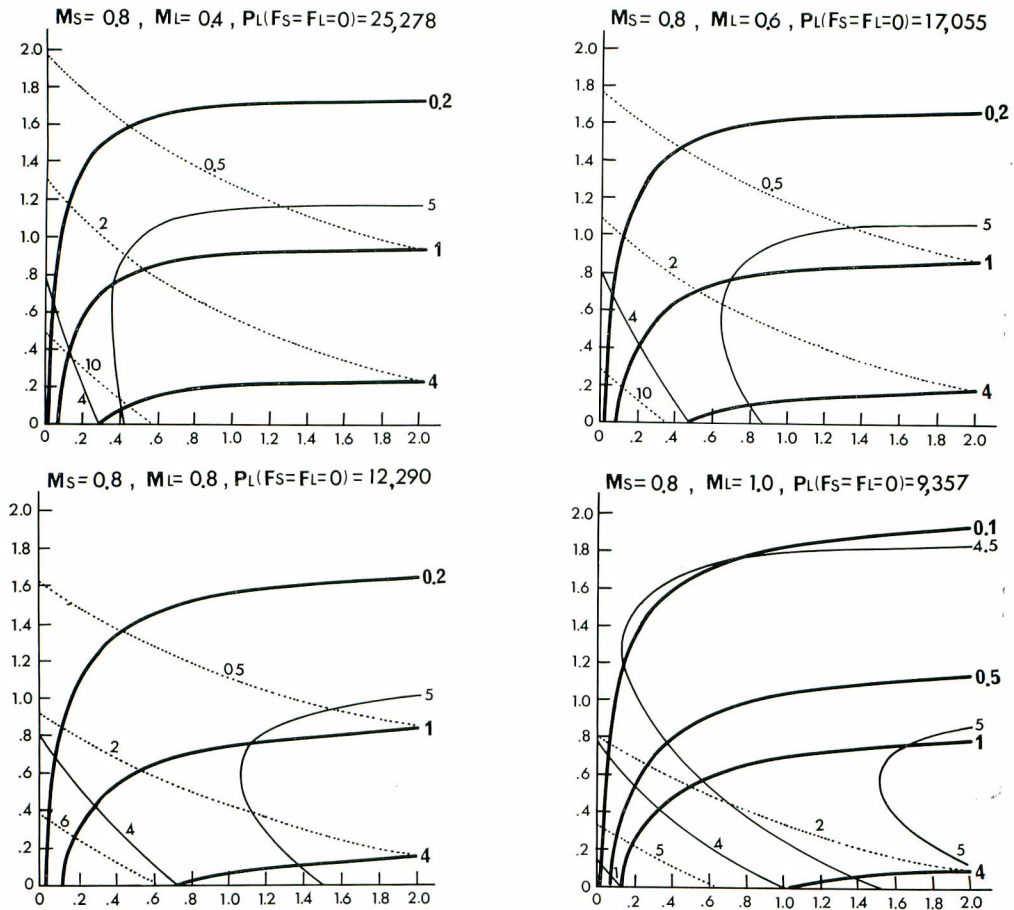


Fig. 9. Isopleth diagrams of biomass and yield-per-recruit against coefficients of surface and long-line fisheries (cotinued).

$$\begin{aligned}
 & + \frac{3e^{-2kt}(1 - e^{-(F's + M_s + 2k)(t_p - t_s)})}{F_s + M_s + 2k} - \frac{e^{-3kt}(1 - e^{-(F's + M_s + 3k)(t_p - t_s)})}{F_s + M_s + 3k} \\
 = & aF_L \left\{ \frac{1 - e^{-(F_L + M_L)(t_l - t_p)}}{F_L + M_L} - \frac{3e^{-kt_p}(1 - e^{-(F_L + M_L + k)(t_l - t_p)})}{F_L + M_L + k} \right. \\
 & \left. + \frac{3e^{-2kt_p}(1 - e^{-(F_L + M_L + 2k)(t_l - t_p)})}{F_L + M_L + 2k} - \frac{e^{-3kt_p}(1 - e^{-(F_L + M_L + 3k)(t_l - t_p)})}{F_L + M_L + 3k} \right\} \dots\dots\dots (14)
 \end{aligned}$$

延縄対象資源量は同漁業の単位努力当漁獲量に比例しているだけでなく、親魚資源量として再生産の変化を吟味する上に不可欠である。二つの漁業の漁獲係数にたいするその等量線は当然原点にむかって凸であるが、この曲線上においてはつねに  $F_s$  が  $F_L$  より小さいことに注意したい。これは同じ漁獲の圧力を加えても表層漁業が延縄漁業よりも親魚資源量を減少させることを意味している。

大西洋における二つの漁業の漁獲率そのものを求めることは不可能であるが延縄漁業については漁獲努力量は求められている。一方太平洋赤道水域のキハダにたいして鈎 1000 本の 1 度区画内の魚群にたいする漁獲能率は 0.025 前後であろうと計算されている（本間他未発表）。この漁獲能率が大西洋に適用されると仮定すれば、大西洋の延縄漁業の漁獲努力量を吟味できる。ここで大西洋における有効努力量は約 45.36 個の 5 度区画における鈎 100 本当りの値で求めているので鈎数および面積によって漁獲能率を推算した（式15）。

$$q' = \left( \frac{100}{1000} \times \frac{1^2}{45.36 \times 5^2} \right) q = 0.246914 \times 10^{-5} \dots\dots\dots (15)$$

ここで  $q'$ : 大西洋における 45.36 個の 5 度区画で用いられた鈎 100 本当りの漁獲能率

$q$ : 太平洋の主漁場における 1 度区画で用いられた鈎 1000 本当りの漁獲能率

を示す。

この数値を代用して大西洋における漁獲係数を仮に計算すると 1960 年に 0.4, 1961 年に 0.5, 1964 年に 1.0 をこえたことになる (表 3)。成魚にたいする漁獲係数が 0.3 付近では、ここで仮定した自然死亡係数の

**Table 3.** Coefficient of fishing mortality of the yellowfin stocks exploited by Japanese long-line fleet in the Atlantic, 1956-64, based on an assumption that the catchability of the fishing gear was the same in the Pacific and Atlantic.

Year	Coefficient of fishing mortality
1956	.003
1957	.076
1958	.197
1959	.334
1960	.420
1961	.516
1962	.785
1963	.857
1964	1.014

範囲では成魚の漁獲量はなお増加しているが、前者が 0.4 をこえると、成魚の自然死亡係数  $M_L$  が未成魚のそれ  $M_S$  よりもはるかに大きい、たとえば  $M_L=1.0$ ,  $M_S=0.4$  のようなばあいを除いて成魚の等漁獲量曲線は水平に近づいている (図 9)。したがって自然死亡係数がこのような値を示していないとすれば表層漁業の漁獲係数が 0.2 以下というような低い値を示していない限り、延縄漁業の漁獲努力量を 1960 年に投下された以上に増加しても、その漁獲量を増大させることはできない。なおもし式 14 の数値が求められれば、仮定された自然死亡係数に対応して表層漁業の漁獲率を求め、さらに漁獲量を増大させるための漁獲努力量の変化の方向を示すことができるのであるが、仮定が非常に多くなるので今回は省略した。自然死亡係数、成長係数および二つの漁業の漁獲努力量の調査が進んだ段階で改めてとりあげる予定である。

## 要約および論議

漁獲統計の解析から、大西洋で日本の延縄漁業の対象となっているキハダ資源についてつぎのことがいえる。

1. 延縄漁業は主として赤道水域でキハダを漁獲しているが、その主漁場のはんいは季節によって顕著に変化する。
2. 大西洋における延縄漁業によるキハダ漁獲量は 1960 年以降減少した。主漁場における単位努力当漁獲量は操業開始直後の 1956 年からひきつづいて低下し、とくに 1960-62 年の減少は急激である。
3. 延縄漁獲量の減少は未成魚を対象とする表層漁業の漁獲量の増加に対応している。延縄漁業対象資源への加入は、その単位努力当漁獲量の逆数と有効努力量との直線関係を大きくみだすほどではないけれども少くとも 1960 年頃から減少していないとはいいい切れない。一方二つの漁業による漁獲量がほぼひとしいので、延縄漁業の規制のみによって、資源を効果的に管理することはできない。
4. 研究が進んでいる太平洋のキハダについても自然死亡係数および成長係数の推定値はかなりの巾をもっており、そのはんいでは加入当漁獲量を大きくするためには延縄漁業と表層漁業とのいずれが有利かという断定を下すことはむずかしい。しかし二つの係数が極端に高いとしても満 1 才、体長約 53 cm、体重約 2 kg 以下の小型魚を大規模に漁獲することは加入当漁獲量を小さくすることになる。一方親魚資源量にたいしては表層漁業の方が同じ漁獲強度の延縄漁業よりも大きく影響する。太平洋の延縄漁業の漁獲能率を代用すると 1960 年における大西洋のキハダにたいする同漁業の漁獲係数は 0.4 をこえておりこれ以上漁獲努力を増しても漁獲重量はほとんど増加しない。

日本の延縄漁業の漁獲統計以外に組織的に集められた資料がえられない現状でひき出した大西洋のキハダ資源の評価は当然のことではあるが多くの欠陥を含んでいる。したがって上述の結論に含まれる問題点を吟味して、今後の調査研究を進める上で、とくに緊急な項目を明らかにする。

第一に数量変動にかんする論議は、観測値のとりあつかいのために条件の単純化、すなわち前提の設定を必

要とする。したがってここでは数値自身の不正確さと同時に前提の妥当性をも吟味する。

成長についていえば、キハダが少くとも漁獲対象期には BERTALANFFY の成長法則にしたがっており、そのために成長係数は一定であるという前提がおかれている。成長が季節によって変るとしても、生涯にわたってひいた BERTALANFFY 曲線がおおむね魚の大きさに近似することは多くの種で知られているから、田中 (1958b, p. 9) がのべているように、この成長法則を用いたために生じる誤差は比較的小さいと思われる。同様に BERTALANFFY の成長式における諸係数の年級または系統群による違いも、それが小さいはんいでは、大きな誤差の原因とはならないであろう。田中(同上, p. 9)はマイワシについて  $k$  が 0.8 ではなくて 0.6 であっても同氏の結論は変わらないとのべている。しかしキハダのばあいには推定値の範囲が非常に大きいことに注意しなくてはならない。この計算においては  $k=0.33$  という数値を用いたが、上述のとおりこの他に 0.60 という値が求められているのである。このような  $k$  の大きな差は、図 7, 8 から推察されるとおり  $M$  の大きな違いと同様の効果をあたえる。つまり  $k$  が 0.33 の 2 倍近くも大きいと  $M$  が大きいばあいと同じく、表層漁業があった方が総漁獲量を大きくなるばあいが多くなるはずである。たとえば  $t_{\max}$  が 2 年の曲線上で  $k=0.33$  にたいする  $M$  は約 1.07 であるが  $k=0.6$  のばあいには  $M$  は約 0.77 となる。つまり  $k$  が 0.6 であれば  $M$  が  $\frac{2}{3}$  にならなくては  $k$  が 0.33 のばあいと同じ漁獲開始年齢ではじめて漁獲量を最大とできるのである。したがって推定方法を含めて、成長係数の差を改めて吟味する必要がある。

死亡係数の値は前提されているので、現在の研究は推定値の正確さを問題にする段階にはたっしていない。自然死亡係数を 0.6 とおいて計算した等漁獲量曲線 (図 6) は若干変化するはずであるが、それでも漁獲量を最大とする漁獲開始年齢が 2 年を下廻る可能性は少なく、1.3 年以下ということはほとんどありえない。

さらにこの考察では前提したはんいから自然死亡がどの程度をこえていれば表層漁業が総漁獲量の増大に役立つかという目安がえられたわけであるけれども 2 年とか 5 年とかにわたって自然死亡係数と漁獲係数とが一定であるという前提はかならずしも現実になりたっているという保証はない。むしろ延縄漁業の対象になっている太平洋のキハダについて上村 (1965, p. 202), 石井 (1967 b) が示したように、自然死亡率は年齢とともに増大すると考えるべきであろう。

年齢による選択も、前提されたような切断的なものであるとは考えられない。キハダのすべての個体が生後満 1 才で表層漁業の対象となるのではなくて、除々に漁獲対象群に加わるであろう。同じように全個体が満 III 才で表層漁業の対象とならなくなるとか、その瞬間に延縄漁業の対象となりはじめ、VIII 才になると同時に死亡するということが現実におこっているとは考えられない。このことは石井 (1967 a) が指摘している加入が数年にわたるばあいにおける特性値の推定を行う必要を示している。

いずれにせよ表層漁業の漁獲強度が推定されていない現在、これ以上の論議を進めるわけにはいかない。逆にいえば表層漁業についても、現在の延縄漁業に対応する漁獲統計の整備が要求されているのである。もっとも日本以外にも延縄漁業が旺になりつつあり、しかもその漁獲統計が調査されていない現状では、本漁業についても国際的な規模で統計を整理するよう努力せざるをえない。

数量変動を吟味するに当たって生じた技術的な欠陥のなかでの最後の問題は、ここで行なったいくつかの計算がいずれも定常状態と前提していることである。しかし漁場および漁獲強度の近年における急激な変化からは加入量の変化を考えねばならない。基礎知識の充実をまって、非定常状態として改めて魚群量の変化を再検討する必要があることはいうまでもない。

数学的模型やそれに代入した数値をはなれて、漁業の歴史から第二の問題が提出される。太平洋においてキハダのほぼ全分布域を漁場とする延縄漁業による漁獲量は 6.5 万トンを超えたことがないのにすでに漁獲による再生産の悪化が心配されているにもかかわらず (上村他 1966, p. 769), 太平洋東部海域を漁場とする表層漁業の最大持続生産量が 8 万トンを超えている (SCHAEFER 1957, p. 255) という事実である。キハダの生体量は海域の面積に比例しているわけではないが、沿岸の生物的生産性がいくら高いとはいえ、太平洋全域を漁場とし、しかも加入群の利用効率がほぼ均しいはずの延縄漁業の漁獲量が、その一部にすぎない太平洋東部における表層漁業のそれにおよばないと推定されていることは、上述の計算の前提あるいは数値の妥当性を疑わせるものである。もっとも太平洋においては、表層漁業は 1946 年頃から急速に発達したので、延縄漁業が



その発展の初期からとりのこしの成魚を対象としていたとも考えられるけれども、表層漁業がほとんど発達していないインド洋においても、資料は不十分なが5.3万トンの漁獲量が再生産の維持から限界に近いと考えられていることは(上村他 1966, p. 772) 成長係数または自然死亡係数またはその双方が従来考えられていたよりも高いか、あるいは年令によって大きく変化するか、あるいはここに仮定した表層漁業の対象年令が実際とは異なっていることを示唆している。

第三にキハダの系統群の構造とか、発育にともなう分布域の変化がほとんど判っていないということを問題にしなくてはならない。たとえば二種の漁業にかんする考察について考えてみよう。まず表層漁業の対象群と延縄漁業の対象群との関係が明らかになっていないので、一応前者が発育にともなって後者に移行すると前提したものであるが、もし両者がこのような関係をもっていないとすると、上述の計算は無意味になり、二つの漁業にたいして別々の規制を考えなくてはならないことになる。もっとも実際には表層漁業の対象群が延縄漁場へ全く移行しないと、すべて移行するものではなくて、一部が移行すると考えられる。もしそうであれば、鱈の相対長とか、標識魚の再捕経過といった特定の性質に重点をおくのではなくて、発育にともなう分布様式の変化、つまり移動の過程を総体としてとらえることから出発しなくてはならない。いくつかの形態的特性の差とか、特定の個体の移動によって集団を区別できるためには、個々の集団が完全にいってよい程顕著に分離していなくてはならないのであるが、そのような条件はキハダのばあいにはあてはまりそうもないからである(たとえば林 1967, p. 48)。一方キハダの移動を知るためには現実には主として漁獲物の記録の解析によらざるをえないが、漁獲物に現われた現象はかならずしも魚の分布を反映してはいないことに注意しなくてはならない。たとえばメバチの分布は水温、海洋の生産性、海流と個別に対応させるのではなくて、メバチと海洋条件と、さらにそれに働きかける漁業という三つの要素の特性を総合的にとらえることによってはじめに普遍的に説明されるのである(須田他 1969)。同じことはキハダについてもあてはまる。本種は未成魚期には表層で濃群を作るといわれるが、このような段階における魚にたいしては中層に疎に設置されたはえなわは決して有効な漁具ではないだろう。この段階における分布密度は竿釣やまき網などの表層漁業によってよりよく代表されるはずであるが、その効率はまた魚の分布を制限する温度躍層などの影響を受ける。逆に中層に分散しているといわれる成魚の分布密度ははえなわの漁獲記録によって代表されるが、その釣獲率もまたやはり海洋条件によっても支配されるはずである。したがってここにのべたとおり現実にえられ易い体長、成熟度によって区別された魚の特性にしたがって分布をまずとらえ、そこに現われる説明しにくい点を海洋および漁業の特性によって改めてゆくということが、個体群構造を明らかにしてゆく基本的な方法である。その過程で、形態的、生化学的、血液学的、あるいは標識放流などの直接的手法が、漁獲記録から推論された移動経路を検証するために具体的な役割を果たすはずである。

最後にここにのべたような研究を進めるに当たって、その結論をどのように考えるかということについても、再検討する必要がある。二つの漁業の存立を規制する条件はかならずしも漁獲量を最大にすることにあるわけではない。そのうちとくに社会経済学的な吟味を必要とする事項については、本報ではその性格上とりあげることはできない。しかし漁業労働の生産性を高めるためには総漁獲量を増大させるという観点だけでなく、漁獲しやすい分布様式をもつ発育段階と、それを具体化させる環境条件とを明らかにすることも、加入量の維持に必要な親魚量の推定とともに問題としなくてはならない。

## 文 献

1. BEVERTON, R. J. H. and S. J. HOLT 1957. "On the dynamics of exploited fish populations". *Min. Agr. Fish., Fish. Invest. Ser.*, **II**, 19 583 p.
2. 土井長之 1962. "カムチャッカ西海岸のタラバガ=資源診断". 東海水研報 (33), 11-19.
3. Food and Agriculture Organization, U. N. 1965. "Statistical tables". *FAO Fisheries Circular* (45), 29p. presented at the Second Session of the FAO Working Party for Rational Utilization of Tuna Resources in the Atlantic Ocean, 6-13 July, 1965. mimeo.

4. 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(昭和41年度黒潮総会研究の1部)および関係研究資料, 38~50.
5. HENNEMUTH, R. C. 1961a. “Size and year class composition of catch, age and growth of yellowfin tuna in the eastern tropical Pacific Ocean for the years 1954-1958”. *Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm.*, 5(1), 1-112.
6. HENNEMUTH, R. C. 1961b. “Year class abundance, mortality and yield-per-recruit of yellowfin tuna in the eastern Pacific Ocean, 1954-1959”. *ibid.*, 6(1), 1-51.
7. 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.
8. ISHII, T. 1967a. “Studies on estimating parameters of a fish population supplied by sequential recruitment-I. The effect on estimates for Pacific yellowfin tuna”. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 33(6), 513-523.
9. ISHII, T. 1967b. “Dittos.-II. A method of simultaneous estimation by minimizing the trace index”. *ibid.*, 33(8), 738-745.
10. JAEGER, B. de 1963. “Synopsis of biological data on bluefin tuna *Thunnus thynnus orientalis* (TEMMINCK and SCHLEGEL) 1842, long fin tuna *Thunnus alalunga* (BONNATERRE) 1788, yellowfin tuna *Thunnus albacares* (BONNATERRE) 1788, and bigeye tuna *Thunnus obesus* (LOWE) 1839 (South Africa)”. *Proc. World Sci. Meet. Biol. Tunas and Related Species*, 2, 588-607.
11. 上村忠夫 1960. “太平洋におけるキハダ資源の現状”. 昭和39年度マグロ漁業研究協議会議事録, 201-206, 南海区水産研究所
12. 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, (11), 88-107.
13. 上村忠夫・須田明・林繁一 1966. “マグロ漁業に関するシンポジウム, 資源”. 日水会誌 32(9), 756-786.
14. 鉄健司 1965. “大西洋におけるキハダ資源について”. 昭和39年度マグロ漁業研究協議会議事録, 209-224, 南海区水産研究所.
15. LE GUEN, J. C. et F. POINSARD 1966. “Le pêche de l'albacore (*Thunnus albacares*) dans le sud de Golfe de Guinée. Résultats de la campagne de 1965”. *Doc. Office Centre de Pointe-Noire*. Translated by J. P. Wise into English under a title of “The yellowfin fishery in the southern Gulf of Guinea; Results of the 1965 season” in *Trans. Trop. Atl. Biol. Lab.*, (9), 12 p. in 1967.
16. 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. Biol. Tunas and Related Species*, 3, 1515-1521.
17. 中込淳 1964. 大西洋赤道付近におけるキハダの釣獲率経月, 経年変化の表面水温の経月, 経年変化との関係”, 日水会誌. 30(2), 122-126.
18. 農林省統計調査部 1958. “昭和32年漁業養殖業漁獲統計表”. 489 p.
19. 農林省統計調査部 1959. “昭和33年漁業養殖業漁獲統計表”. 405 p.
20. 農林省統計調査部 1960. “昭和34年漁業養殖業漁獲統計表”. 419 p.
21. 農林省統計調査部 1961. “昭和35年漁業養殖業漁獲統計表”. 437 p.
22. 農林省統計調査部 1962. “昭和36年漁業養殖業漁獲統計表”. 377 p.
23. SCHAEFER, M. B. 1957. “A study of the dynamics of the fishery for yellowfin tuna in the eastern tropical Pacific Ocean”. *Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm.*, 2(6), 246-285.
24. 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, (21), 1-31.
25. 須田明・久米漸・塩浜利夫 1969. “インド太平洋におけるメバチの漁場形成と生活領域に関する一解釈”. 遠洋水研報, (1), 999-114.
  26. 水産庁生産部海洋第二課 1961. “昭和35年度調査船照洋丸報告書”. 413 p. 謄写.
  27. 水産庁調査研究部 1965. “昭和 37 年 1-12 月まぐろはえなわ漁業漁場別統計調査結果報告”. 183p. 謄写.
  28. 水産庁調査研究部 1966. “昭和 38 年 1-12 月まぐろはえなわ漁業漁場別統計調査結果報告”. 322p. 謄写.
  29. 水産庁調査研究部 1967. “昭和 39 年 1-12 月まぐろはえなわ漁業漁場別統計調査結果報告”. 379 p.
  30. TALBOT F. H. and M. J. PENRITH 1963. “Synopsis of biological data on species of the genus *Thunnus* (*sensu lato*) (South Africa)”. *Proc. World Sci. Meet. Biol. Tunas and Related Species*, 2, 608-646.
  31. 田中昌一 1958 a. “魚の資源における死亡と成長の作用についての数理的考察”. 東海水研報 (20), 1-11.
  32. 田中昌一 1958 b. “マイワシ資源利用の合理化についての一つの検討”. 同誌, (21), 1-13.
  33. VILELA, H. et F. FRADE 1963. “Expose synoptique sur la biologie du thon a nageoires jaunes *Neothunnus albacora* (Lowe) 1839”. *Proc. World Sci. Meet. Biol. Tunas and Related Species*, 2, 900-930.
  34. 藪田洋一・行縄茂理 1959. “赤道太平洋におけるキハダの成長と年令, I 体長組成からの検討”. 南海水研報 (11), 77-87.
  35. 藪田洋一・行縄茂理・薬科侑生 1960. “キハダの成長と年令”. 同上. (12), 63-74, 2 pls.