

## インド洋におけるマカジキの鉛直分布と まぐろはえなわの漁獲特性

花本 栄二・柴田 達男・奥井 博行

Some considerations on the vertical distribution particularly of the striped marlin in the Indian Ocean and on the fishing characteristics of the tuna longline gear.

Eiji HANAMOTO\*, Tatsuo SHIBATA\*\* and Hiroyuki OKUI\*\*

### ABSTRACT

The training ship Tosakaen Maru (467 gross tons) fished a series of 35 tuna longline stations in the Indian Ocean in waters south of Sri Lanka in September-October 1981. The tuna longline gear consisted of 7 hooks per basket. Data were collected on the catches of tunas, billfishes, and sharks on the various hooks of the gear (hooks No. 1 and No. 7 were the shallowest; hook No. 4 was the deepest on each basket of gear), and the data were analyzed to study the vertical distribution of the various species, with particular emphasis on the striped marlin, *Tetrapturus audax*. The results were as follows:

1. The highest proportion of striped marlin catches (46.2 percent) were made on the shallowest hooks, Nos. 1 and 7, and averaged 23.1 percent on the two hooks. These results were similar to those for the striped marlin in the Pacific Ocean tuna longline fishing grounds where experiments had been carried out with 5 hooks per basket tuna longline gear. In contrast to the striped marlin, the catches of bigeye tuna were greatest on the deepest hook, No. 4, and least on hooks Nos. 1 and 7. The results for the yellowfin tuna were intermediate between the striped marlin and the bigeye tuna. Sharks also showed a tendency to be most abundant at the surface with most of the catches made on hooks Nos. 1, 7, 2 and 6.

2. The combined results of the experiments in the Indian Ocean (present study) and in the Pacific Ocean (previous study) indicated that striped marlin were caught in largest proportion at the calculated depth of approximately 100 meters (24 percent in the Pacific and 23.6 percent in the Indian Ocean) fished by hooks No. 1 and 5 (Pacific) and Nos. 1 and 7 (Indian Ocean). The catches were least at approximately 200m, the depth fished by the deepest hooks. From these results, it is postulated that striped marlin may occur in greatest abundance in surface layers even shallower (less than 60m) than the depths presently fished by the tuna longline gear.

3. Nearly half (47.6 percent) of the striped marlin were landed alive. Of the other species, 42.6 percent of the bigeye tuna were landed alive whereas only 26.3 percent of the yellowfin tuna were landed alive. Sharks constituted the largest proportion of viable landed fish (83.6 percent).

---

1982年4月26日受理 神水試業績 No.82 - 49

\* 資源研究部

\*\* 高知県教育委員会 高知市丸の内1 - 2 - 20

はじめに

花本(1979)は、まぐろ延縄の試験操業より得られた釣鉤別漁獲尾数の資料を解析し、太平洋のマカジキ漁場におけるマカジキ *Tetrapturus audax* の鉛直的な分布密度は、延縄の釣鉤の深さで浅く(60m)で高い可能性のあることを報告した。鉛直分布を知ることは生態、地理的分布の把握、漁獲効率の向上、資源診断における精度向上の諸点からも重要である。しかし、マカジキの鉛直分布に関する報告は前述の報告以外にはみられない。今回(1981年)、高知県教育委員会所属、土佐海援丸(467吨)はインド洋においてまぐろ延縄試験操業を行ない、まぐろ、かじき類の釣鉤別漁獲尾数を記録した。そこで、著者等は、その資料を用い、インド洋におけるマカジキの鉛直分布について検討した。

本文に入るに先立ち、ご校閲を頂いた遠洋水産研究所上柳昭治博士、アメリカ海洋漁業局 ホノルル研究所の Tamio Otsu 部長、資料を収集して下さい土佐海援丸の乗組員の方々に感謝の意を表す。

資料および方法

まぐろ延縄は図1に示すように中央にあたる釣鉤が最も深く、浮子に近い釣鉤が最も浅くなることから知られているため、各魚種の釣鉤別漁獲状況の比較により、その魚種の鉛直分布を推定することが可能である。

土佐海援丸は1981年9月21日~10月27日の間、図2に示す如く、スリランカ南方のインド洋上にて計35回のまぐろ延縄試験操業を行い、各操業毎に魚種別、釣鉤別の漁獲尾数を記録した(もつれ、その他による釣獲不明の釣鉤は除く)。それらの値を全操業にわたって集計し、釣鉤別漁獲割合{各釣鉤別漁獲尾数 ( $n_i$ ,  $n_i$  は  $i$  番目の釣鉤の漁獲尾数) の総数 ( $n_i$ ) に対する割合、すなわち  $(n_i / n_i) \times 100\%$  } を求めた。ただし、1番と7番、2番と6番、3番と5番の釣鉤はほぼ同じ深さにあると推定されるので、資料数の関係からこれらの平均値、例えば1番、7番の釣鉤は  $\{(n_1 / n_i) + (n_7 / n_i)\} \times 1/2 \times 100\%$  を用いた。

使用した漁具の構成は表1、その模式図は図1のとおりである。

水中における幹縄の形状が懸垂曲線を描くものと仮定して吉原の式(1951)により釣鉤の深さ  $D$  (m) を計算した。すなわち、 $D$  (m) は

$$D = ha + hb + l \left\{ \sqrt{1 + \cot^2 \varphi_0} - \sqrt{(1 - 2j/n)^2 + \cot^2 \varphi_0} \right\}$$

ただし、 $ha$  は枝縄の長さ(釣元ワイヤーを含む)、 $hb$

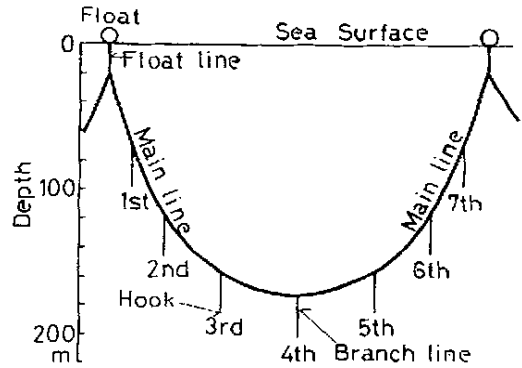


Figure.1 A Schematic diagram of the tuna longline gear used in the Indian Ocean by the Tosakaien Maru.

図1 インド洋において土佐海援丸で使われたまぐろ延縄の模式図

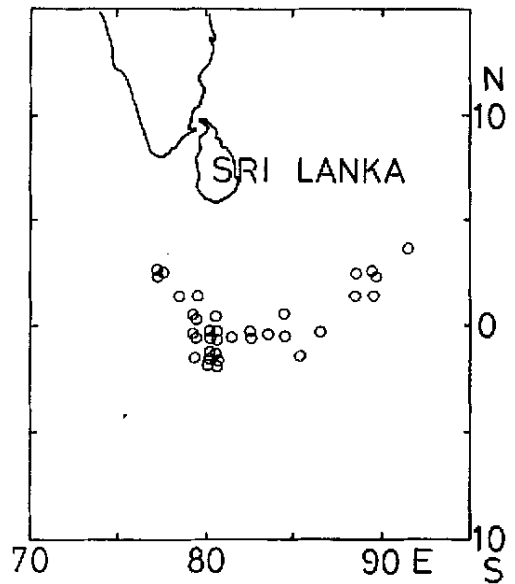


Figure.2 The locations of tuna longline fishing by the Tosakaien Maru in the Indian Ocean, September-October 1981.

図2 1981年9、10月、インド洋における土佐海援丸のまぐろ延縄試験操業位置

は浮子縄の長さ、 $l$  は1鉢の幹縄の長さの1/2、 $n$  は1鉢における幹縄の数(枝縄の本数+1)、 $j$  は  $j$  番目の枝縄の番号、 $\theta$  は幹縄の支点(浮子縄と幹縄の連結点)における切線が  $x$  軸となす角度である。しかし、 $\theta$  は測定可能であるが、海上での測定は困難が伴うため、延縄の短縮率  $K$ 、1鉢の幹縄の長さに対する浮子間の比、

Table 1 Construction details of the tuna longline gear used in present study, the average ship's speed during gear-setting operation, and the time required in setting the gear.

表1 本研究に用いられたまぐろはえなわの漁具構成, 投縄時の船速, 投縄所要時間

Length and No. used per basket 1 鉢当りの使用数と長さ			Ship's speed for setting line 投縄時の船速	Hours required to set line 投縄所要時間
Float line 浮子縄	Branch line 枝縄	Main line 幹縄		
20m : 1	28m : 7	54m : 8	9.5 knot	3.5 hours

Table 2 The proportion of striped marlin, bigeye tuna, yellowfin tuna, and shark catches made on the various hooks of the tuna longline gear, the estimated hook depths, and the number and percentage of fish landed alive.

表2 マカジキ, メバチ, キハダ, さめ類の釣鉤別漁獲割合, 釣鉤の計算深度, 生きて漁獲された尾数とその割合

Hook No. 釣鉤番号	1, 7	2, 6	3, 5	4	No. of fish measured 調査尾数	No. of fish caught alive 生きて漁獲 された尾数	Percentage of fish caught alive 生きていた魚の 割合
Calculated depths of hooks 計算深度	103m	146m	186m	203m			
Striped marlin マカジキ	23.1%	18.4%	7.8%	1.4%	147	70	47.6%
Bigeye tuna メバチ	4.6	14.3	20.4	21.6	547	233	42.6
Yellowfin tuna キハダ	11.3	20.5	13.6	9.4	445	117	26.3
Sharks さめ類	18.8	18.6	9.0	7.2	250	209	83.6

すなわち, (船速 × 投縄所用時間) ÷ {(1 鉢の長さ) × (投縄鉢数)}, を用いれば次式により求められる。

$$k = \cot \theta \sinh^{-1} \tan \theta$$

この計算に必要な短縮率を表1より計算すると0.59となる。なお, 釣鉤の番号は揚縄順に1, 2, 3.....とした。

### 結 果

魚種別の釣鉤別漁獲割合, 生きて漁獲された魚の数, および, その割合を表2に示す。なお, かじき類はマカジキ以外は漁獲尾数が少ないのでマカジキのみを扱った。また。短縮率は0.59であるので0.6とし, 表1に示した漁具構成から各釣鉤の計算深度を求め, 表2に示した。

表2によると, マカジキの釣鉤別漁獲割合は浅い釣鉤ほど高く, その値は最も浅い1, 7番の釣鉤では23.1%

であるのに対し, 最深の4番釣鉤では1.4%にすぎない。一方, メバチThunnus obesusは最深の4番釣鉤で, キハダThunnus albacaresは中間の2, 6番の釣鉤で, さめ類は浅い1, 7番と2, 6番の釣鉤でそれぞれ漁獲割合が高い。

生きて漁獲された魚の割合は, マカジキが47.6%, メバチは42.6%とそれぞれ約半分であるが, キハダは26.3%と低い。さめ類は83.6%と非常に高く, ほとんどが生きたまま漁獲されている。

### 考 察

花本(1979)は太平洋において行われた1鉢5本付の場合のマカジキの釣鉤別漁獲割合を調べた。それによると, 漁獲割合が最も高いのは最も浅い1, 5番釣鉤で, その値は20~30%, 次いで中間の2, 4番釣鉤で17~

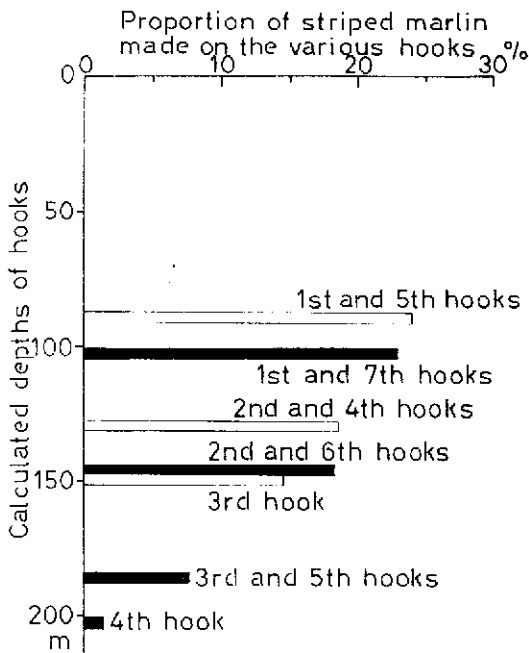


Figure.3 The proportion of striped marlin taken on the various hooks of the tuna longline gear, shown by estimated hook depths, for both the 5-hook per basket gear used in the Pacific Ocean (white bars) and the 7-hook per basket gear used in the Indian Ocean (black bars).

図3 太平洋における1鉢5本付(白棒線)とインド洋における1鉢7本付(黒棒線)操業の場合のマカジキの釣別漁獲割合、各釣鉤の計算深度

23%, 最も低いのは最深の3番釣鉤で7~19%であった。そして、それぞれの釣鉤別漁獲割合の平均値は1, 5番釣鉤が24.0%, 2, 4番釣鉤が18.7%, 3番釣鉤が14.6%であった。この平均値と表2に示した1鉢7本付で行われたインド洋における本試験結果の釣別漁獲割合を各釣鉤の計算深度別に示すと図3のようになる。釣鉤別漁獲割合は太平洋における1鉢5本付の場合、インド洋における1鉢7本付の場合とも釣鉤の深さが浅くなるとともにほぼ直線的に増加している。この5本付, 7本付の場合とも計算深度がそれぞれ約100mの最も浅い釣鉤で最も高く、その値は24.0%, 23.6%と両者はほとんど同じであり、また、深度がおよそ150mの場合も、両者でほぼ同様の値を示し、100m深に比べて明らかに割合は低下している。このような傾向から釣鉤を浅くすれば漁獲がさらに高くなる可能性、すなわち、最も浅い

釣鉤の深さで浅いマカジキの分布密度がより高い可能性を示唆するものと思われる。また、近年、日本近海において10m以浅に浮設し、極表層のマカジキを漁獲する大目流網の漁獲量が增大しており(米盛他, 1978), また、延縄の代表的なマカジキ漁場ではいずれも表層のマカジキを対象としたスポーツフィッシングが盛んである(DESILVA, 1974, 花本, 1979)。これらの事を考え合せると、現状の延縄の釣鉤の到達深度で浅い表層においてマカジキの分布密度が高いものと考えられる。

なお、計算深度が203mの4番釣鉤の漁獲割合は1.4%にすぎないので、この深さでのマカジキの分布は稀薄と考えられる。また、1鉢5本付の場合の最浅釣鉤の計算深度は約90mであるが、実際には吹かれなどによって計算深度よりも浅く、60~90m深に設置されている(花本1974)ので、7本付の場合も計算深度より相当浅く設置されているものと思われる。

したがって、インド洋においてもまぐろ延縄漁船がマカジキの漁獲効率の向上をはかるためには出来るだけ釣鉤を浅くする必要があるだろう。

前述したとおり、メバチは最も深い釣鉤で、キハダは中間の釣鉤で最も漁獲割合が高いが、これらは1鉢5本付で試験した太平洋の場合(花本, 1976)と同様な傾向である。

さめ類は最も浅い釣鉤で最も漁獲割合が高く、最も深い釣鉤で最も低いので、その鉛直分布はマカジキと同様延縄の釣鉤の到達深度で浅いにおいて分布密度が高いことが推定される。したがって、釣鉤を深く入れる深縄操業では1鉢5本付の通常の操業よりさめ類による漁獲魚に対する食害は少なくなることが考えられる。

一般に、まぐろ、かじき類は餌料の動きが良い時、例えば投縄、揚縄時の釣鉤の動きが激しい時、多く漁獲されるだろうから、釣鉤別漁獲割合の多少は漁獲魚の深度別分布を代表しないとする見解がある。

まぐろ延縄操業において、釣鉤2,000本(400鉢, 5本付)を使用し、投縄、揚縄の待ち時間にそれぞれ4時間、揚縄に12時間を要する一般的な操業の場合、釣鉤2,000本が海中に入っている総浸漬時間は1,440,480分、これに対し、釣鉤が投縄、揚縄により動いている時間は23,000分であり、その割合は62対1である(花本, 1980)。このことは、まぐろ、かじき類が釣鉤の動きの激しい時に餌に接する機会が延縄の安定時に比べ非常に少ないことを示しており、したがって、釣鉤にかかる割合も非常に少ないことを示すものといえよう。また、まぐろ、かじき類が釣鉤にかかった時、その時刻、深さ、および、その後の行動を時間とともに記録する自記深さ

計の試験結果では、84個の深さ計に摂餌記録が得られたが、このうち、投縄、揚縄中に摂餌の見られたのは1例(1/84)にすぎず、残りは全て延縄の沈降後の安定時に摂餌している(花本, 1980)。なお、この1/84という値は、釣鉤の動きの激しい時間の総浸漬時間に対する比率、1/62とほぼ同じである(統計的には等しい)。以上のことは、まぐろ、かじき類が延縄の沈降後の安定時に漁獲されていることを示すものであり、投縄、揚縄時の釣鉤の動きが激しい時漁獲されるだろうという先の見解は否定されるものと思われる。ただし、魚にとって、静止している釣鉤(餌)より動いている釣鉤の方により強く引きつけられると考えられるので、まぐろ、かじき類が釣鉤の動きが激しい時に遭遇すれば釣獲の比率の向上する可能性は充分考えられる。

### 要 約

練習船土佐海援丸(467トン)は1981年9月、10月にスリランカ南方のインド洋上において1鉢7本付のまぐろ延縄試験操業を行い、まぐろ、かじき類の釣鉤別漁獲尾数を記録した。その資料を用い各種の、特にマカジキの鉛直分布について検討した。結果は次のとおりである。

1. マカジキの釣鉤別漁獲割合は最も浅い1, 7番の釣鉤で最も高く合計で46.2%を示し、平均で23.1%であった。この結果は太平洋のマカジキのはえなわ漁場においてみられた1鉢5本付の場合と同じである。マカジキとは対照的に、メバチの釣鉤別漁獲割合は最も深い4番釣鉤で最も高く、最も浅い1, 7番釣鉤で最も低い。キハダはマカジキとメバチの間である。さめ類は1, 7, 2, 6番釣鉤で多い傾向がみられた。

2. インド洋(今回の研究)および太平洋における研究結果(先の研究)は、マカジキの漁獲割合は計算深度

がそれぞれ約100mの最も浅い1, 5番(太平洋)と1, 7番釣鉤(インド洋)で最も高く(太平洋では24%, インド洋では23.6%), 計算深度が約200mの最も深い釣鉤で最も低いことを示している。これらの結果、マカジキの密度分布はまぐろのはえなわの釣鉤の最浅到達深度以浅(60m以浅)の表層で高いものと推定される。

3. マカジキの生きて漁獲された割合は約半分(47.6%), 他の種ではメバチが42.6%, これに対してキハダは26.3%にすぎない。さめ類は最高の83.6%が生きて漁獲された。

### 文 献

- DE SYLVA, D.P (1974): A review of the world sport fishery for billfishes (Istiophoridae and Xiphiidae). NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-675, 12-33
- 花本栄二(1974): メバチに関する水産海洋学的研究 東部熱帯太平洋におけるマグロはえなわの漁獲深度, 日仏海洋学会誌, 12(3), 128-136.
- 花本栄二(1976): メバチの遊泳層, 水産海洋研究会報 29, 41-44.
- 花本栄二(1979): マカジキに関する水産海洋学的研究 IV マグロ延縄漁場における遊泳層, 日水誌, 45, (6), 687-690.
- 花本栄二(1980): マカジキの遊泳層, 水産技術と経営 190, 20-29.
- 米盛 保・本間 操(1978): 大目網漁業の近況, 昭和52年度マグロ漁業研究協議会議事録, 水産庁・遠洋水産研究所, 234-244.
- 吉原友吉(1951): 鮪延縄の漁獲分布, 垂直分布, 日水誌, 16(8), 370-374.