

## 深延縄の漁獲結果からみたメバチの遊泳層について

小 林 裕  
三重大学水産学部

### Observations upon the Swimming Layer of the Bigeye Tuna, *Thunnus obesus*, Caught by Deep Tuna Longline

Hiroshi KOBAYASHI

Faculty of Fisheries, Mie University

The author has studies on the results of measured soaking depth and the fishing operations of the deep tuna longline (having 10 branch lines) in the tropical area of eastern Indian Ocean, and has obtained the following results.

1. The range of measured soaking depth of the deep tuna longline is from 98 m to 299 m.
2. The catch rate of bigeye tuna of deep hooks is high compared with shallow hooks. This result would show that the density of distribution is considerably high at the deepest hook.
3. In the case of bigeye tunas caught by the deep tuna longline, the hooking time of deep hooks is earlier than shallow hooks.
4. The density of distribution of bigeye tuna is thick in the daytime but the center of distribution gradually begins to rise to the shallow layer before and after sunset, and the inclination of distribution nearly disappears in the midnight.
5. The deep tuna longline about bigeye tunas has a better fishing effect than the regular tunna longline (having 5 branch lines).

**Keywords :** Bigeye tuna, ecology.

まぐろ延縄漁業は、漁具の構造上、漁具がその対象魚の遊泳層に適切に敷設されなければ、漁獲の向上を期待することはできない。それには、漁具の敷設深度と対象魚の遊泳層およびその時間的変化を把握することが是非必要であり、多くの研究が行なわれている。たとえば、普通延縄（5本付け）による花本（1974, 1976）の研究、魚群探知機による山中ら（1966）、行縄ら（1972）、森田ら（1974）の研究があるが、鉛直的な広がり小さいこと、魚種の確認が困難なことなどの欠点を

免れ得ない。これらの欠点をカバーした立縄による SAITO (1974, 1975), 齊藤ら (1974) の研究もある。これらは、いずれも、遊泳層とその時間的变化, および, 魚群密度などが検討されているが, まだ, 十分とはいえない。

著者は, マグロ延縄の敷設深度とメバチの遊泳層, および, その日周変化を明らかにし, 操業上の参考に資するため, 重直的にも水平的にも大きな広がりを持つ深延縄の漁獲結果とその敷設深度を検討し, メバチの遊泳層に関する一知見を得たので報告する。

### 資料と方法

**資料** この報告に用いた資料は, 愛知県立三谷水産高等学校所属船愛知丸の第4次航海 (1981年1月から3月に至る東部インド洋赤道海域まぐろ延縄漁業調査・実習航海) における漁獲調査結果, および, 圧力式自記深度計による延縄深度の測定結果である。Table 1 に漁獲結果を示した。

**操業海域** 東部インド洋赤道海域におけるジャワ・スマトラ島南方 (以下東側海域とする), および, スリランカ (セイロン島) 南から南々東方 (以下西側海域とする) である。Fig. 1 に操業

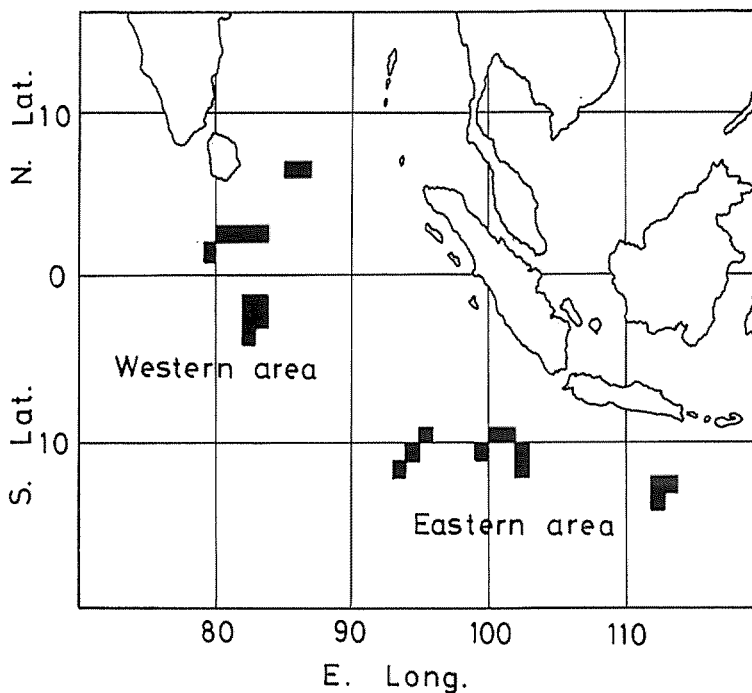


Fig. 1. Location of the fishing operations.

海域を示した。

**使用漁具と漁法** 使用した漁具は, 10本仕立ての深延縄である。投縄は午前6時頃から開始し, 約4時間30分を要した。また, 揚げ縄は, 14時30分頃から開始し, 約12~13時間を要した。使用鉢数は, 1操業235鉢 (釣針2350本) である。餌料は冷凍サンマのを用いた。Table 2 に漁具の仕様を示した。

Table 1. Catches by deep tuna longline.

Hook position	1・10	2・9	3・8	4・7	5・6	Total
Number of hook	18,800	18,800	18,800	18,800	18,800	
Bigeye tuna <i>Thunnus obesus</i> (Lowe)	43	68	146	229	304	790
Yellowfin tuna <i>Thunnus albacares</i> (Bonnaterre)	58	82	71	55	31	297
Albacore <i>Thunnaus alalunga</i> (Bonnaterre)	8	10	9	9	15	52
Striped marlin <i>Tetrapturus audax</i> (Philippi)	23	25	21	14	9	92
Blue marlin <i>Makaira nigricans</i> Lacepede	13	7	7	3	3	33
Swordfish <i>Xiphias gladius</i> Linne	6	5	5	7	11	34
Mizuwani <i>Pesudocarcharias kamoharai</i> (Matsubara)	4	7	4	4	4	23
Aozame <i>Isurus oxyrinchus</i> (Rafinesque)	3	8	5	7	7	30
Bakeao <i>Isurus paucus</i> (Guitart-Manday)	3	3	10	8	10	34
Hachiware <i>Alopias superciliosus</i> (Lowe)	1	4	5	6	11	27
Yoshikirizame <i>Prionace glauca</i> (Linnaeus)	32	40	52	34	24	182
Yogore <i>Carcharhinus longimanus</i> (Poey)	5	3	2	2	3	15
Kurotogarizame <i>Carcharhinus falciformis</i> (Bibron)	21	22	6	6	8	63
Total	220	284	343	384	440	1671
Hooked rate (%)	1.17	1.51	1.82	2.04	2.34	1.78

Table 2. Construction of a tuna longline.

Name of part	Material	Length	Number
Main line	Tetoron 1000D/19	50 m	11
Float line	Tetoron 1000D/19	26 m	1
Branch line	Tetoron 250D/40	15 m	10
Sekiyama	# 29 4×3	11 m	10
Hook's wire	# 29 3×3	3 m	10
Float	36 cm		1
Hook	No. 36	108 mm	10

調査方法 鉢を単位として揚収順に1から10番まで釣針に番号を付け (Fig. 2 参照) 掛かった魚の魚種, 甲板への揚収時刻, および, 揚収時における生死別のほか, 魚体調査を実施した。

延縄深度の測定は, 圧力式自記深度計 (柳計器 K. K. 製) 2個を用い Hook-2 および Hook-6

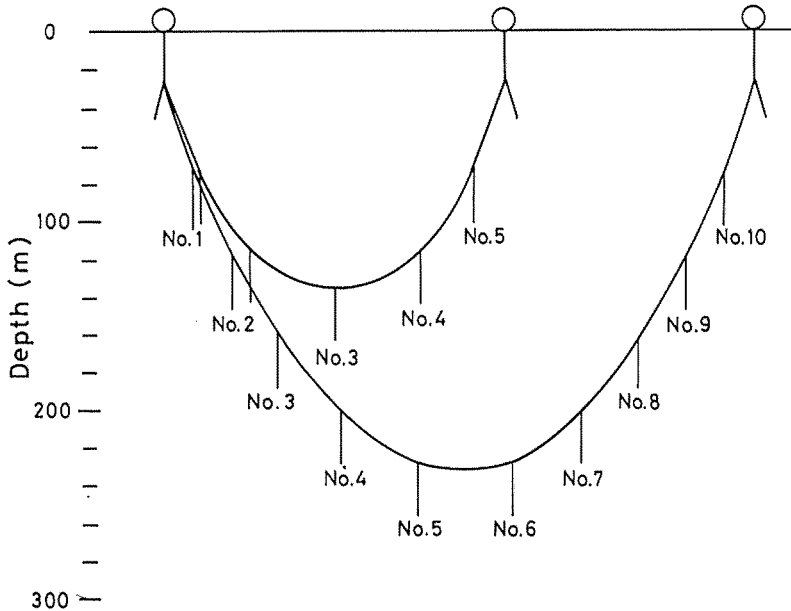


Fig. 2. Construction of the deep tuna longline (having 10 branch lines) and the regular tuna longline (having 5 branch lines) gears.

の釣針部分に装着した。水中重量が約 1.6kg あるので、直径 11.4cm の浮玉 2 個を付けて水中重量を 300g にまで軽減した。深度計の敷設部位は、延縄の敷設長さの中央部より揚げ縄終了地点寄りとし、浸漬時間が 12~14 時間となるようにした。

また、釣針の計算深度は、吉原 (1951) の理論式によって算出した。

吉原 (1951) によれば、海中に敷設された延縄は、理論的にはカタナリー曲線状となり、浮玉と浮玉の間に懸垂し、幹縄の深さは、浮玉間の幹縄の長さと同縮率 (浮玉間隔/浮玉間の幹縄長さ) によって決るとされ、次の理論式を与えている。

$$\text{各釣針の深度} = h_f + h_b + L[\sqrt{1 + \cot^2 \varphi_0} - \sqrt{(1 - 2j/n)^2 + \cot^2 \varphi_0}]$$

ただし  $h_f$  浮縄の長さ

$h_b$  枝縄の長さ

$L$  幹縄 1 鉢の長さの半分

$n$  1 鉢の浮縄と枝縄、枝縄と枝縄の間隔の数

$j$  1 鉢の 1 端から釣針に 1 連番号を付した場合の各釣針の番号

$\varphi_0$  浮縄結着点の幹縄と水平線の角度で、短縮率 ( $k$ ) から求める。

$k$  (投縄始点から投縄終点までの距離)/(延縄 1 鉢の長さ) × (鉢数)]

#### 延縄敷設深度の概要

延縄の深さ 敷設後の釣針の深度は、一定に保たれるわけではなく、12~14 時間の敷設中にかなりの深浅変化が起こっている。その変化の大きさは、浅い Hook~2 に比べて深い Hook~6 で大きい。その変化のパターンを分類すると、1) 周期的に深浅変化が起る場合、2) 漸次浅くなる

場合、3) 漸次深くなる場合、4) ほとんど変化が起らない場合の4つのパターンに分類される。Fig. 3 にその代表的な例を示す。

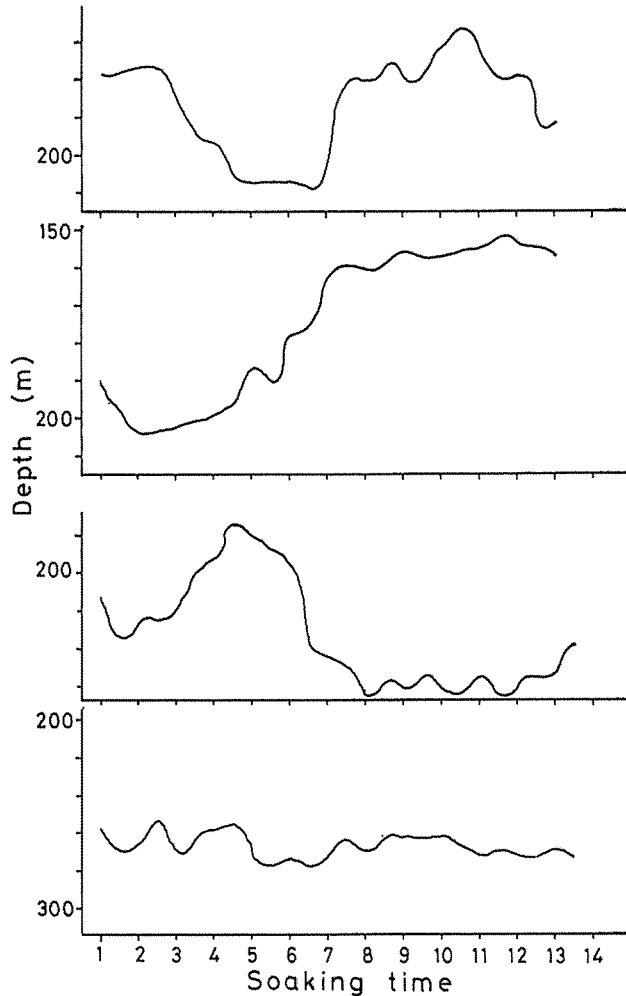


Fig. 3. Changing patterns of the value of depth measured by the depth meter.

Table 3, 4 は、各操業における釣針の深度測定結果を示したものである。

この表から、この調査期間中に、最も深かった操業で記録された Hook~6 の深度をみると、その平均深度は、279m (最深 299m, 最浅 248m), 最も浅かった操業において記録された Hook~6 の平均深度は、151m (最深 208m, 最浅, 104m) である。また、全操業を通して記録された Hook~6 の平均深度は、220.5m である。

一方、この調査期間中に敷設された延縄の短縮率は、0.53~0.63(平均0.57) であり、吉原(1951)の理論式によって算出した Hook~6 の深度は、短縮率が 0.57 の場合に 257.4m である。この計算深度は、実測平均深度 (220.5m) に比べて 36.9m 深く、最深々度の平均値 248.8m と比べて

Table 3. The measured value of hook depths of the deep tuna longline (Hook position No. 2).

Date of observation	Rate of shortening	Max. depth (m)	Min. depth (m)	Mean depth (m)	Standard deviation (m)
Feb. 1' 81	0.60	141	131	137	2.3
2	0.58	144	132	140	2.5
3	0.63	135	111	125	6.2
4	0.59	135	127	130	2.5
8	0.57	133	119	127	3.5
12	0.61	133	112	125	6.3
15	0.58	148	124	145	5.1
17	0.55	141	131	137	3.1
18	0.53	141	116	131	7.6
19	0.56	142	137	140	1.8
20	0.57	132	125	129	3.0
Mean value	0.57	138.64	124.09	132.75	4.04

も 8.6m 深い。

また、全操業を通して求めた実測深度の信頼限界（信頼係数95%）は、206.3m および 234.8m で、計算深度に比べて浅くなることが多いが、206.3m より浅くなることは少ないものと考えることができる。なお投縄後水中における漁具の沈降速度は、0.13~0.20m/sec で、水中において

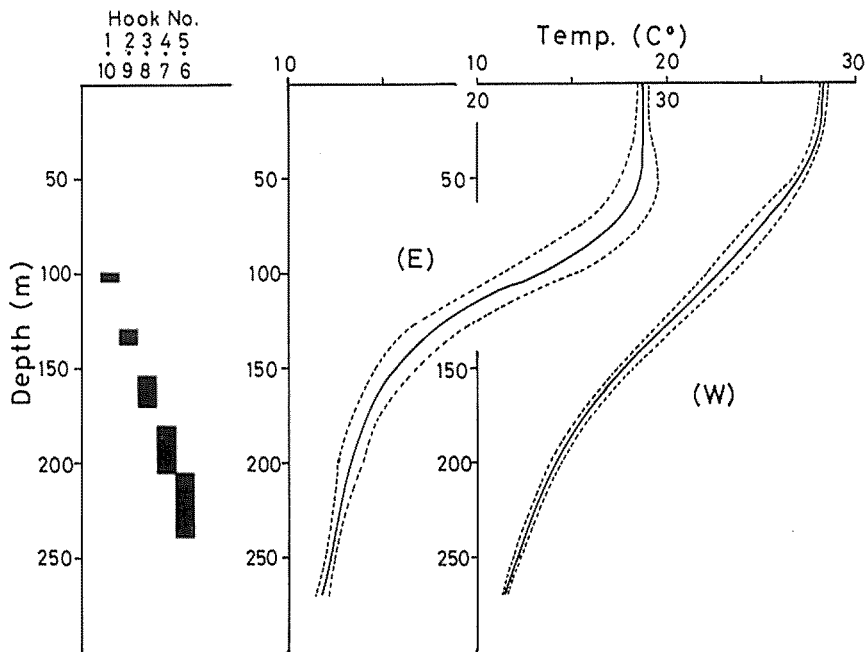


Fig. 4. Hook's depth and the vertical distribution of the temperature in the fishing ground.  
E : Eastern area. W : Western area.

Table 4. The measured value of hook depths of the deep tuna longline (Hook position No. 6).

Date of observation	Rate of shortening	Max. depth (m)	Min. depth (m)	Mean depth (m)	Standard deviation (m)
Jan. 24 '81	0.58	272	212	251	14.8
25	0.62	256	173	203	22.3
26	0.57	208	104	151	39.9
27	0.58	222	147	181	19.4
28	0.60	218	133	174	26.4
29	0.53	258	214	228	11.7
30	0.59	221	173	198	17.1
Feb. 1	0.60	288	273	278	3.9
2	0.58	264	248	257	3.9
3	0.63	258	183	224	18.9
4	0.59	239			
8	0.57	249	189	223	15.9
9	0.60	257	214	252	15.6
10	0.64	244	139	200	39.8
11	0.61	220	127	188	33.7
12	0.61	265	210	245	16.5
13	0.58	283	229	253	16.9
14	0.58	267	218	244	21.4
15	0.58	278	227	265	10.1
16	0.58	283	111	176	63.9
17	0.55	267	242	257	5.8
18	0.53	267	175	233	29.5
19	0.56	273	215	251	17.6
20	0.57	208	127	163	25.1
21	0.59	242	213	227	10.8
24	0.60	227	164	188	16.1
27	0.61	196	112	150	28.6
28	0.61	259	187	233	19.8
Mar, 1	0.60	299	248	279	13.3
3	0.58	227	196	225	13.9
Mean value	0.57	248.76	190.71	220.52	18.26

落ちつくまでに20~30分を要している。

釣針深度と水温 Fig. 4 は、釣針深度と水温の垂直変化を示したものである。

西側海域における水温躍層内の温度下降は、比較的急であるが、東側海域では、緩やかに下降している。同じ深度における両海域間の水温差は、最大2~3°Cに達しているが、深くなるに従いその差はせばまり、200mを越えると、1°Cに満たない。また、この図から、すべての釣針は、水温躍層内とその下層に敷設されているものと考えられる。

## 結果と考察

漁獲深度の検討 釣獲釣針番号の調査結果から、釣針別に求めたメバチの漁獲比率（釣針別の漁獲尾数／全漁獲尾数）を Fig. 5 に示した。

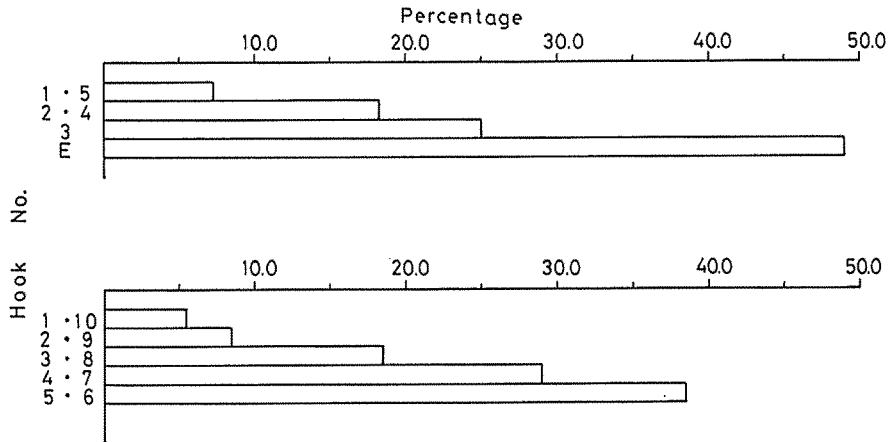


Fig. 5. Catch rate by the hook position.  
Catch rate=Catch of each hook/Total catch. Upper graph: Regular tuna longline. Lower graph: Deep tuna longline.

漁獲比率は、浅い釣針から順に、43尾 (5.46%)、66尾 (8.38%)、146尾 (18.53%)、229尾 (29.06%)、304尾 (38.58%) と深くなるに従い高くなっている。最も深い層に敷設されている Hook-5 および6の漁獲比率は、最も浅い層に敷設されている Hook-1 および10に比べて約7倍もの高い値を示している。このように深度増加に伴う漁獲比率の増加割合は非常に大きい。

Saito (1974) のたて縄試験結果によると、漁獲されたメバチの最深々度は、フィジー西方海域の場合 340~380m であったと報告されている。また、斉藤 (1974) は、ハワイ南西海域における試験操業の結果、釣獲率は、170~245m で最も高く、同時に行なわれた普通延縄より高かったことを報告している。

この調査で記録された Hook-5 および6の敷設深度は、多くの場合 206.3m を越えていること、深度増加に伴う漁獲比率の増加割合が非常に大きいこと、および、浅い釣針に比べて深い釣針の漁獲比率がきわめて高いことを併せて考えると、メバチの漁獲深度（遊泳深度と考えることができる）は、少なくとも 206.3m を越えた深層にまでおよんでいるものと考えることができ、過去の研究結果とほぼ対応している。

他方、メバチの漁獲深度の限界は確め難く、前述の結果から考えると、Hook-5 および6以深から急激に漁獲比率が減少しているとは考えられない。この釣針以深においても、漁獲比率は、浅い釣針に比べてかなり高くなるであろうことが予想され、この釣針深度以深にも相当高い密度で分布しているものと推定される。

釣針敷設範囲の鉛直的な広がりだが、在来の5本仕立ての普通延縄に比べて広く、敷設深度が100~120m 深い深延縄は、このように深層に高い密度で分布しているメバチを対象とすることになり、漁具効率の高いことが認識される。



この操業で用いた深延縄漁具よりも深い（11本仕立て以上、あるいは、浮縄や枝縄長さの増加）漁具の採用は、メバチの漁獲に対して一層有効に作用し、漁獲性能の向上が期待されるであろう。最近、本邦漁船のみならず、韓国や台湾漁船によって広く採用されている13本仕立てを越える深延縄漁具は、当を得たものといえよう。

**生魚比率の検討** 延縄の釣針に掛かった魚類は、時間が経過するとともに、順次死亡して行く、山口ら（1968）は、メバチの釣獲後の生存時間を約3時間20分と推定している。このことを考慮しながら、生魚（生きて甲板へ揚収された魚）の漁獲傾向を把握するならば、その釣獲時刻が推定できる。このような思考のもとに、漁獲結果について種々の検討を試みた。

Fig. 6は、釣針別に生魚漁獲尾数の経時変化を示したものである。生魚の漁獲のピークは、釣針によって異なり、Hook-1および10では23時頃、Hook-2および9が21時頃、Hook-3および8が19時頃、Hook-4および7、Hook-5および6が17時頃に出現し、深い釣針ほど早い時刻にピークが訪ずれている。

この結果は、深い釣針で釣獲時刻が早く、釣針が浅いほどその時刻がおそくなっていることを示

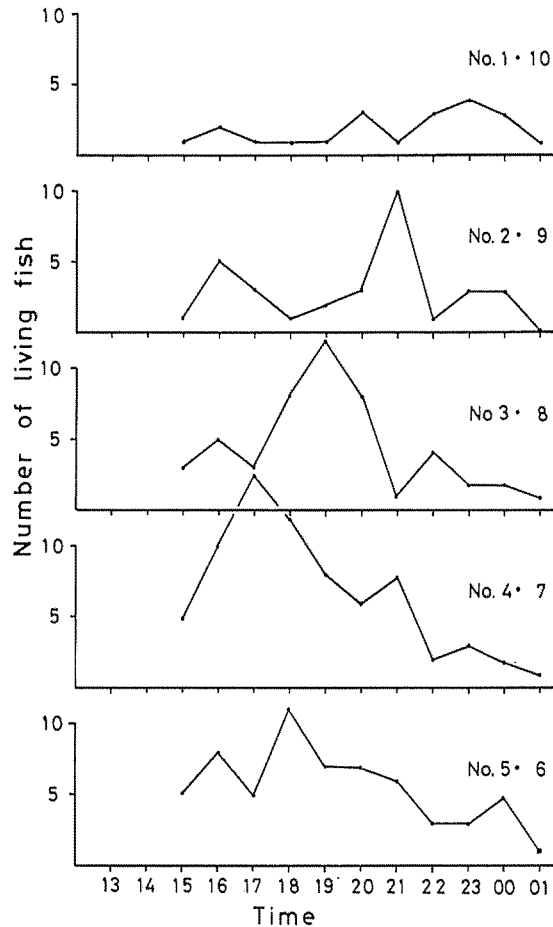


Fig. 6. Timely change of caught live fish by the hook position.

し、日没後の時間経過に伴う遊泳層の浮上を示唆している。

ところで、森田ら(1974)は、魚群探知機による調査から、マグロ類は、夜間 20~50m にまで浮上し、日中になると 50~150m にまで沈降すると報告し、柴田(1965)は、日中に深く、夜間浅層に浮上するものもあるが、200m 付近にまで分布が認められると報告し、マグロ類の遊泳層が時間的に変化することを認めている。

この調査で観察された事項とこれらの報告にもとずき、メバチの遊泳層について、以下のような 1つの推論を行なった。

日中、メバチの分布の中心は、深延縄の Hook-5 および 6 以深にあるが、日没前後になると、深層から DSL と共に浮上する個体が現われ始め、漸次、浅層における分布密度が増してくるが、深層に残留している個体も多く、深夜になっても分布密度は、深延縄の漁獲深度を越える深層で比較的高く保たれている。すなわち、日中は、深層にかたよって分布しているが、日没前後から次第に分布の中心は浮上し、深夜に至ると分布の深度的なかたよりはほとんどなくなる。

以上の推論から考えると、深延縄は、在来の普通延縄に比べて敷設深度が深く、垂直的に幅広い範囲にわたっているため、メバチの遊泳層の変化により効果的に対応でき、その遊泳層により適切に敷設されていることになる。このような意味から考えて、メバチを主対象とする場合、深延縄は、普通延縄に比べてより効果的な漁具といえよう。

また、深延縄の投揚縄時刻は、まぐろ漁船で慣行的に行なわれている時刻より遅らせた方が、釣針深度とメバチの遊泳層とを一致させる時間が長くなり、漁獲能率の向上に有益であり、十分検討されなければならない。

ところで、深延縄で漁獲される深層のメバチと普通延縄で漁獲されるメバチは、資源的に同一の資源と考えられるので、深延縄による一層の漁獲努力の増加や漁獲性能の向上は、普通延縄にも増してメバチの資源に深刻な影響を与えるであろうことが考えられ、資源管理には、特に注意が払われるべきものとする。

## 要 約

東部インド洋赤道海域において実施した深延縄の漁獲結果および敷設深度測定結果を検討し、次のような結果を得た。

1. 深延縄(10本仕立て)の釣針敷設深度範囲は、98~299m である。
2. 釣針別にみたメバチの漁獲比率(分布密度を表わす)は、深い釣針ほど高い。このことは、深層における分布密度が、浅層に比べてかなり高いことを示す。
3. 深延縄で漁獲されるメバチの釣針別にみた釣獲のピークは、日没前後から日没後 3~4 時間後にみられ、深い釣針ほど早い時刻に現れている。
4. メバチは、日中、深層にかたよって分布しているが、日没前後から次第に分布の中心は浮上し、深夜に至るとそのかたよりは、ほとんどなくなる。

終りに本研究を行なうにあたり、有益な助言を頂いた本学部教授山口裕一郎博士、調査を実施するに当たりあたった協力を得た愛知丸船長木俣敬生氏はじめ乗組員各位に深謝の意を表す。

## 文 献

花本栄二, 1974. メバチに関する水産海洋的研究-I 東部熱帯太平洋におけるマグロはえなわの漁獲深度, 日

- 仏海誌., 12(3) : 128-136.
- 花本栄二, 1976. メバチの遊泳層, 水海研報, 29 : 25-30.
- 森田二郎・山中 一, 1974. マグロ延縄実験における魚群探知機の記録から得られた2~3の知見, 遠水研報, 11 : 37-50.
- 齊藤昭二・佐々木成二, 1974. 南太平洋の大型ビンチガの遊泳層についてⅠ 改良たて縄によるピンナガの釣獲層, 日水誌, 40(7) : 643-649.
- Saito S., 1974. Studies on fishing of albacore, *Tunnus alalunga* (BONNATEREE), by experimental deep-sea tuna long-line. *Mem. Fac. Fish., Hokkaido Univ.*, 21(2) : 107-184.
- Saito S., 1975. On the depth of bigeye tuna by further improved vertical long-line in the tropical Pacific. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 41(8) : 831-841.
- 柴田恵司, 1965. 魚群探知機記録の解析Ⅰ 使用魚探の技術的考察並びにマグロを含む魚族の生態について, 長大水研報, 14 : 15-24.
- 山口裕一郎・小林 裕, 1968. 遠洋マグロ延縄漁業の漁獲傾向とその考察, 三重県大水紀要, 7(3) : 237-254.
- 山中一・黒脇善雄・森田二郎, 1966. 魚群探知機による西南太平洋の調査概要, 南水研報, 24 : 115-127.
- 吉原支吉, 1951. 鮪延縄の漁獲分布・日水誌, 16(8) : 370-374.
- 行繩茂理・山中 一・森田二郎, 1972. 魚群探知機によるマグロ類の遊泳層と海洋構造, マグロ漁業研究協議会議事録, 遠洋水研海洋部 : 21-31.