

# スンダ列島外縁海域に於ける キハダマグロ漁況-I\*

佐藤 猛 郎

Conditions of Longline Fishing for the Yellowfin Tuna in the  
Waters off the Outward Rim of the Sunda Archipelago. (1)  
Considerations on the Vertical Distribution.

By

Takerow SATOW

The author reports the fishing conditions mainly for the yellowfin tuna in the waters off the Nicobar Islands to the South Coast of Sumbawa Island in the Indian Ocean, on the basis of the data collected by the fishing exercise of longline by the training vessel Syunkotsu-maru attached to the Shimonoseki College of Fisheries.

In this report, having studied vertical distribution of the yellowfin tuna, relations between its angling rate and some environmental factors and injury by the shark, the author comes to the conclusions as follows :

- 1) In the neighbouring waters of the Nias Island off the West Coast of Sumatra, it seems that there were fishing conditions remarkably different from both the north and south waters adjacent to this area.
- 2) Both in the waters off the Great Nicobar Island and in the area covering the South Coast of Java, it is deemed that the most effective angling would exist in the division  $22.5^{\circ}$ — $23.5^{\circ}$ C of water temperature.
- 3) It appears that the vertical distribution of the shark depends mainly on the distribution of available foods.

## 緒 言

水産講習所練習船俊鵬丸は 1953 年 12 月より 1954 年 1 月に亘り、Nicobar 諸島海域から Sumatra 島西岸を経て Java 島南東岸沖合に至る Sunda 列島外縁海域に於て、マグロ延縄漁業の実習を行つたが、当海域に於ける既往の調査記録は 1930~1932 年に白鷹丸<sup>8)</sup>及び 1933、34 両年に榛名丸<sup>7)</sup>の何れも 12~1 月の試験報告の外には見るべきものがない。

この航海中操業したのは 12 月 26 日より 1 月 22 日に亘る 15 日間で (第 1 表, 第 1 図), 操業は Great Nicobar 島西岸と Sumatra 島北端の Broeh 島西方, Sumatra 島西岸 Mentawai 諸島海域, Java 島南岸より Sumbawa 島南岸に到る海域の三海域で実施した。

\* 水産講習所研究業績 第 123 号。

Table 1. General conditions of fishing.

Date	Number of Basket	Starting Position	Terminal Position	Covered Distance	Yellowfin Tuna		Bigeyed Tuna		Spear- and Sail-fishes		Shark		Total, excluding the shark		Angling Rate		
					Sound	Injured	Sound	Injured	Sound	Injured	Scar	Captured	Sound	Injured		Total	
Dec. 26	60	N 6°-52.5' E 93-31.0	N 6°-53.3' E 94-24.5	6.5'	10	44	54		0	1	1	45	46	10	45	55	18.3
.27	60	N 6°-51.0' E 93-27.0	N 6°-53.4' E 93-21.5	6.5	22	44	66		1	1	2	45	40	23	45	68	22.7
.29	80	N 5°-25.0' E 94-46.0	N 5°-25.0' E 94-35.0	10.0	29	13	42	2	1	1	2	14	4	32	14	46	11.5
.81	61	N 1°-25.0' E 96-21.0	N 1°-30.0' E 96-25.5	8.2	55	7	62	2	1	0	1	7	5	58	7	65	21.3
Jan. 2	60	N 1°-23.0' E 96-27.2	N 1°-28.8' E 96-21.0	8.4	22	7	29	1	(2)		(2)	7	7	25	7	32	10.7
.3	80	N 0°-13.7' E 97-09.5	N 0°-24.7' E 97-09.5	10.8	21	7	28	4	5	0	5	7	8	30	7	37	9.3
.4	80	N 0°-04.8' E 97-08.5	N 0°-11.5' E 97-16.5	10.4	23	4	27	1	1	0	1	4	15	25	4	29	7.3
.5	80	S 0°-42.7' E 97-41.5	S 0°-34.5' E 97-35.0	10.9	22	6	28	8	1	0	1	6	6	31	6	37	9.3
.8	40	S 6°-26.5' E 103-49.5	S 6°-22.5' E 103-46.0	5.5	4	0	4		1	0	1	0	5	5	0	5	2.5
.16	80	S 8°-32.0' E 110-27.0	S 8°-41.0' E 110-22.5	11.2	6	4	10				4((1))	12	12	6	4	10	2.5
.18	80	S 9°-15.0' E 116-05.0	S 9°-15.0' E 116-16.0	10.0	12	0	12	1	2	1	3	1((1))	12	15	1	16	4.0
.19	80	S 9°-20.0' E 116-47.0	S 9°-30.0' E 116-47.0	10.0	17	3	20		7	0	7	3	10	24	3	27	6.8
.20	100	S 9°-20.0' E 117-12.0	S 9°-14.0' E 117-17.0	12.4	8	0	8		2	1	3	1((1))	7	10	1	11	2.2
.21	80	S 9°-52.0' E 116-06.0	S 9°-56.0' E 116-14.0	10.1	7	1	8	(2)	4	0	4	1	1	13	1	14	3.5
.22	80	S 9°-06.0' E 115-02.0	S 9°-14.0' E 115-11.0	10.8	0	1	1	1	2	0	2	1	4	3	1	4	1.0

Remarks : 1. Numbers closed in [ ] and ( ) correspond to the catches of the so-called "Indian tuna (Indo-maguro)" and the albacore respectively.  
 2. Numbers in (( )) correspond to the scars marked by the shark on the minor species.  
 8. Column of "angling rate" shows the value corresponding to catches containing the tunas and the spear- and sail-fishes.

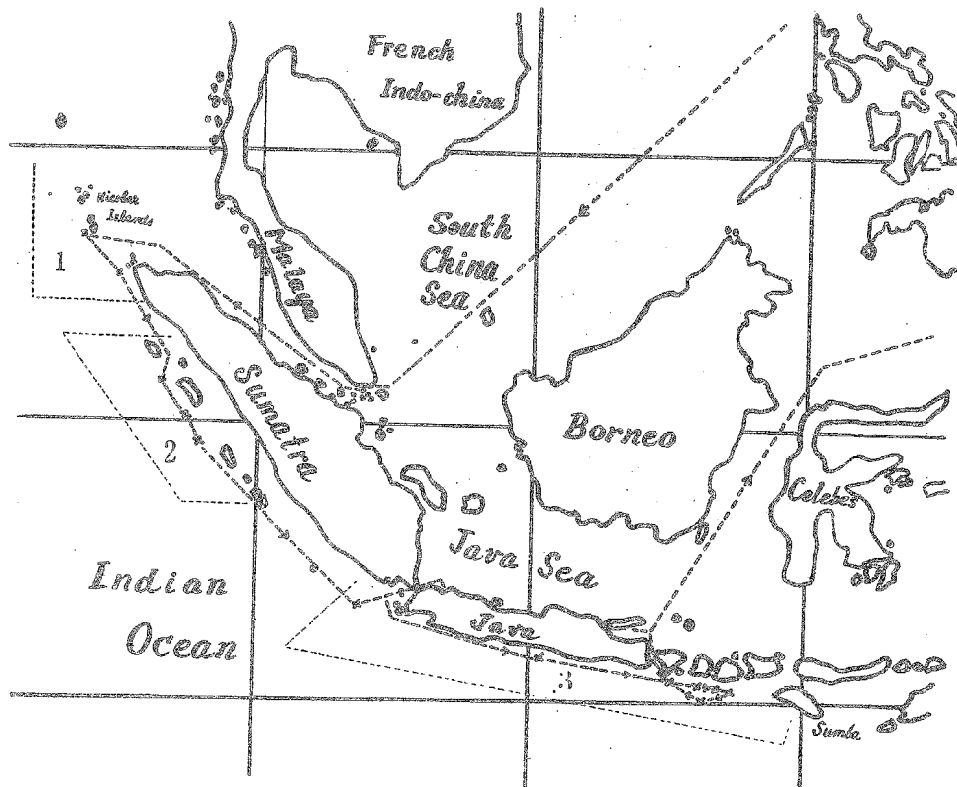


Fig. 1. Showing the course of the cruise and positions of fishing.

漁獲された魚種は主にキハダマグロ Yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*) であり、その他にメバチ Bigeyed tuna (*Parathunnus sibi*) メカジキ Swordfish (*Xiphias gladius*)、マカジキ Spearfish (*Makaira mitsukurii*)、シロカジキ Giant black marlin (*Makaira marlina*)、クロカジキ Black marlin (*Makaira mazara*)<sup>1)</sup> \*、バセウカジキ Sailfish (*Istiophorus orientalis*)、ピンチョウ Albacore (*Germo germo*) 及びインドマグロ\*\*があつた。

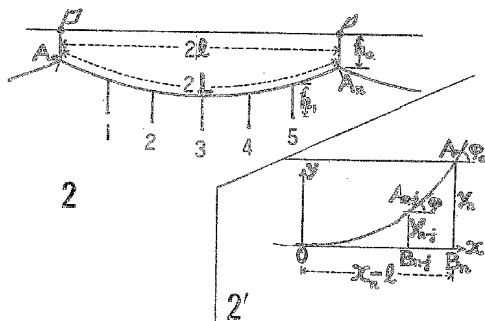


Fig. 2. Schematic representation of the longline unit.

Fig. 2'. Supplementary chart for explaining the calculations of the catenary.

延繩の構成は第2図に示す通りで、一鉢の幹繩の長さ227m、浮子繩の長さ23m、枝繩の長さ24mで5本付、通常の高枝に相当するものである。

本稿を草するに当り夫々の担当者として調査に協力された俊鶴丸船長駒野鎌吉氏はじめ乗組員各位、水産講習所前田弘・越川虎吉並びに京都大学理学部大学院学生三浦泰蔵の諸氏に謝意を表します。

\* 中村博士の分類に倣つた<sup>1)</sup>。

\*\* この名称は漁業者の用いる俗称であるがこの魚体はキハダよりも大きく眼が割合に大きいこと及び2nd dorsal finが短いことはメバチによく似ている。体色はキハダよりも鈍鉛色を呈してをり、恐らく南印度洋起源の比較的冷たい水中に棲息するものと思われる。

I 一般的漁況

各操業日に於ける使用鉢数，釣獲尾数及び釣獲率を第1，2表に示す。釣獲率はサメをも含

Table 2. Angling conditions for each fishing.

	Number of fishes caught							Angling rate (k) (%)								
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Sum (1)to(5)	(6)	Total	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)~(5)	(6)	(1)~(6)
Dec. 25	54	0	1			55	46	101	18.0		0.3			18.3	15.3	33.6
27	66	0	2			68	40	108	22.0		0.6			22.6	13.3	35.9
29	42	2	2			46	4	50	10.5	0.5	0.5			11.5	1.0	12.5
Sub-total	162	2	5			169	90	259	16.83		0.47			17.13	9.87	27.33
Dec. 31	62	2	1			65	5	70	22.8	0.6	0.3			23.7	1.7	25.4
Jan. 2	29	1	0		2	32	7	39	9.7	0.3			0.6	10.6	2.3	12.9
3	28	4	5			37	8	45	7.0	1.0	1.3			9.3	2.0	11.3
4	27	1	1			29	15	44	6.8	0.3	0.3			7.9	3.8	11.2
5	28	8	1			37	6	43	14.0	4.0	0.5			18.5	3.0	21.5
Sub-total	174	16	8		2	200	41	241	12.06	1.34	0.48			13.88	2.56	16.44
Jan. 8	4	0	1			5	5	10	2.0		0.3			2.3	1.3	3.6
16	10	0	0			10	12	22	2.5					2.5	3.0	5.5
18	12	1	3			16	12	28	3.0	0.3	0.8			4.1	3.0	7.1
19	20	0	7			27	10	37	5.0		1.8			6.8	2.5	9.3
20	8	0	3			11	7	18	1.6		0.6			2.2	1.4	3.6
21	8	0	4	2		14	1	15	2.0		1.0	0.5		3.5	0.3	3.8
22	1	1	2			4	4	8	0.3	0.3	0.5			3.5	1.0	4.5
Sub-total	63	2	20	2		87	51	138	2.34		0.7			3.49	1.78	5.27
Grand Total	399	20	33	2	2	456	182	638								

- Remarks : 1. Numbers in the parentheses refer to the yellow-fin tuna, the bigeyed tuna, the spear-and sail-fishes, the so-called "Indian tuna", the albacore and the shark respectively.  
 2. There are shown total catch and average angling rate, omitting angling rate for the minor catches, for each species for each period.

めた場合には一操業日につき35.9~3.6%の範囲で変動しており，サメを除けば23.7~2.2%の範囲，キハダだけでは22.8~0.3%の範囲に存する。明かにキハダの釣獲率が，サメ以外の釣獲率の大部分を占める。地域的に見ればマグロ及びカジキ類（サメを除く）ではニコバル海域が最高で，この海域での平均釣獲率が略々17%に及び，南東へ移るにつれて漸減しジャワ南岸海域では平均が2.34%に低下している。

之らの釣獲率の値は既往に於ける諸海域の平均釣獲率<sup>1),2),3)</sup>に比し少々大きい。即ち

海域 I :

	キハダ	メバチ	カジキ類	合計
既往	6.80	0.25	0.40	7.44
今回	16.83	×	×	17.13

×は微小なることを示す。

海域 II :

	キハダ	メバチ	カジキ類	合計
既往	8.52	0.89	0.71	10.12
今回	12.06	1.34	0.48	13.88

海域 III :

	キハダ	メバチ	カジキ類	合計
既 往	3.03	0.65	0.63	4.30
今 回	2.34	×	0.62	3.49

であるが、海域 III は例外である。勿論、操業期間の長短とズレ及び操業位置の差があるのでこれらの結果から何らかの結論を導くことは不確かではあるが、時期的には何れも12月乃至1月であるので大略の傾向は窺われよう。海域 I では略々2.5倍の値が示されており、その大部分はキハダである。本海域は、従来釣獲状況の良い地域のように、白鷹丸は1931年1月に平均19.65、1929年1月27、28両日に夫々16.67及び12.33%を得ている<sup>1),5)</sup>ので、特に今回の釣獲率が高かつたと断定することは出来ない。

海域 II ではメバチとカジキ類は略々全じでキハダが可成り大きく、而も既往資料による月別釣獲率のキハダの最高値10.59<sup>1)</sup>よりも尙大きいことから或いはキハダが増加しているのではないかと考えられる。

海域 III については対照できる過去の資料は榛名丸のもの<sup>7)</sup>のみ(1933年12月)であり而も月が異なることを考えると、何も積極的判断を行うことは出来ないだろう。

又全漁獲物中の各魚種の組成は第3表の通りで、既往資料<sup>1),7),8)</sup>と対比すれば次のようである。

海域 I :

	キハダ	メバチ	カジキ類
既 往	91.6	3.6	4.8
今 回	95.9	1.2	3.0

海域 II :

	キハダ	メバチ	カジキ類
既 往	84.0	8.8	7.2
今 回	86.1	8.9	4.0

海域 III :

	キハダ	メバチ	カジキ類
既 往	70.0	15.2	14.7
今 回	73.3	1.2	23.3

で各海域共キハダの占める割合が稍々増加しておりメバチの割合が I 及び III で減じているようであるがこの傾向はそれほど有意なものではないと思われる。

Table 3. Composition of species in the total angled fishes(in percentage).

	(1)	(2)	(3)	(1)~(5)	(6)
Dec. 26	53.5		1.0	54.5	45.5
27	61.1		1.9	63.0	37.0
29	84.0	4.0	4.0	92.0	8.0
*	95.9	1.1	3.0	100.0	—
Dec. 31	88.6	2.9	1.4	92.9	7.1
Jan. 2	74.4	2.6		82.1	17.9
3	62.2	8.9	11.1	82.2	17.8
4	58.7	6.5	2.2	67.4	32.6
5	65.1	18.6	2.3	86.0	14.0
*	86.1	8.9	4.0	100.0	—
Jan. 8	40.0		10.0	50.0	50.0
16	45.5			45.5	54.5
18	42.9	3.6	10.7	57.1	42.9
19	54.1		18.9	73.0	27.0
20	44.4		16.7	61.1	38.9
21	53.3		26.7	93.3	6.7
22	14.3		28.6	42.9	54.1
*	73.3	1.2	23.3	100.0	—
**	84.3	4.6	7.3	100.0	—

Remarks : 1. Numbers in the parentheses have the same meaning as in Table 2.  
2. Mark \* shows the percentage of each species among the catch excluding the shark and other minor species for each period.

\* スンダ及びロンボク両水道については次の記録が存する<sup>2)</sup>。

海 域	キハダ釣獲数	カジキ釣獲数	釣 獲 率
スンダ海峡	9	2	3.7
ロンボクク	23	3	8.0

サメ喰いについては襟名丸の記録によれば最高40%に達し平均10%内外である<sup>1),7)</sup> (海域 II) が、第4表に示す通り、海域 I に於いて特に被害が大きく南東に移るにつれて漸減してい

Table 4. Records on injury by the shark, excluding the minor species.

Date	(1)	(2)	(3)	(1)+(2)+(3)
Dec. 26	81.5	—	100.0	80.2
27	66.7	—	50.0	66.2
29	31.0	0.0	50.0	30.4
Average	62.3	0.0	60.0	61.5
Dec. 31	11.3	0.0	0.0	10.8
Jan. 2	24.1	0.0	—	21.9
3	25.0	0.0	0.0	18.9
4	14.8	0.0	0.0	13.8
5	21.4	0.0	0.0	15.2
Average	17.8	0.0	0.0	15.5
Jan. 8	0.0	—	0.0	0.0
16	40.0	—	—	40.0
18	0.0	0.0	33.3	6.3
19	15.0	—	0.0	11.1
20	0.0	—	33.3	9.1
21	12.5	—	0.0	7.1
22	100.0	0.0	0.0	25.0
Average	14.3	0.0	10.5	12.6
	35.3	0.0	15.2	32.0

Remark: Average rate of injury is also shown for each period.

る。各海域毎のサメによる被害率は次のようである (数字は百分率を示す)。

	最 高	平 均	最 低
海 域 I	81.2 ( 83.0)	61.5	30.4 (21.0)
〃 II	21.9 ( 33.0)	15.5	10.8 ( 7.0)
〃 III	40.0 (100.0)	12.6	0.0 ( 0.0)

之で分るように海域 I でのサメ喰いは著しく大きく平均に於ても尙お全釣獲尾数の過半数に及んでいる。海域 III に於ては一操業日に於ける釣獲数が僅かであるからそれに基づいて算出した被害率の数字に依つて判断することは危険であらうが、被害率は北方ほど大きくないことが看出される。括弧内に示した数字は各鉤単位に対する値であるが、後述するように鉤単位或いは深度による被害率の相違は見出されない。

## II. カテナリー計算

延繩の各鉤の深度及びその相対的水平距離は、延繩各鉢の幹繩を一本のカテナリーと見做して計算される。計算法については吉原が既に述べてをり又他の成書にも見られるので略述する<sup>3),4),5)</sup>。

今一鉢分の幹繩の長さを  $2L$ 、各枝繩の長さを  $h_1$ 、幹繩両端の深度を  $h_0$  及び一鉢に含まれる

枝繩の数を  $(n-1)$  本とする。我々の場合、 $2L=227\text{m}$ ,  $h_1=24\text{m}$ ,  $h_0=23\text{m}$  且つ  $(n-1)=5$  であつた。更に幹繩上の一点における切線が水平線となす角を  $\varphi$  とし特に幹繩端での  $\varphi$  を  $\varphi_0$  とする(第2'図)。

幹繩中央を原点として  $x, y$  両軸を夫々水平・垂直軸とすれば

$$y_{n-j} = \ell \left[ \left(1 - \frac{2j}{n}\right)^2 + \cot^2 \varphi_0 \right]^{1/2} \quad \left(j \leq \frac{n}{2}\right)$$

及び

$$x_{n-j} = (\ell \cot \varphi_0) \cdot \cosh^{-1} \left[ 1 + \tan^2 \varphi_0 \times \left(1 - \frac{2j}{n}\right)^2 \right]^{1/2}$$

より幹繩上或る点の位置が定まる。但し、脚符  $n$  は幹繩の一端に対応し、幹繩は  $(n-1)$  本の枝繩により  $n$  等分されているものとする。即ち

$$y_n = y(k \cdot \ell) = a / \cos \varphi_0$$

で  $a$  はカタナリ-の常数。

短縮率  $k$  は、幹繩を海中に置いた場合の両端間の水平距離  $2\ell$  と  $2L$  とより求められる。即ち

$$k = 2L / 2\ell = L / \ell$$

であり  $2\ell$  はレーダーにより或いは両点間の航走時間と速度との積として求められる。

以上の計算により求められた各操業日毎の各鉤の深度及び諸計算要素を第5表に示した。

Table 5. Depth of each hook and horizontal distance between hooks, calculated on the basis of the catenary.

Date	$k$	$\varphi_0$	$a$	Depth of Hook		
				Nos. 1,5	Nos. 2,4	No. 3
Dec. 25	.748	61°-09'1	62.53	m	m	m
27				77.8	103.6	114.2
29	.862	48-00.8	102.15	72.7	90.9	97.7
31	.943	32-19.0	179.42	64.8	76.3	81.3
Jan. 2	.966	25-19.3	239.87	60.4	69.8	72.7
3	.940	33-06.2	174.09	65.3	76.8	80.9
4	.932	35-04.3	161.67	66.3	78.6	83.1
5	.966	25-19.3	239.87	60.4	69.8	72.7
8	.949	30-41.4	191.24	63.9	74.7	78.3
16	.871	46-39.4	107.12	72.2	89.7	96.6
18	.862	48-00.8	102.15	72.7	90.9	97.7
19						
20	.856	48-53.0	99.07	73.2	91.8	78.7
21	.897	42-18.2	124.73	70.0	85.6	91.1
22	.940	33-06.2	174.09	65.3	76.8	80.9

尚、以下の考察に於ては各鉢共深度の等しい鉤を合一して、即ち (No. 1 と No. 5), (No. 2 と No. 4) 及び (No. 3) とに分けて考える。

### III. 釣獲率 (キハダ)

各鉤毎の釣獲率 (鉤100に対する漁獲尾数) は第6表中に示してある。各鉤単位 (即ち1と

Table 6. Details of angling for each hook-unit.

Date	Hook Number	Depth of Hook (m)	Number of Hooks	Yellowfin Tuna		Bigeyed Tuna		Spear- and sail-fishes		Shark		Rate of Injured Yellowfin	Water Temp. (°C)	Gradient of Temp.	Mean Temp.	Centre-water Temp.	Angling Rate of Yellowfin
				Sound	Injured Total	Sound	Injured	Total	Sound	Injured	Total						
Dec. 26	1. 5	77.8	120	3	15	18			0	1	1	.83	27.11	1.42	24.53	23.66	15.00
	2. 4	103.6	120	4	15	19						.79	23.45				15.83
	3	114.2	60	3	14	17						.582	21.94				28.30
27	1. 5	77.8	120	7	17	24			1	0	1	.67	23.98	1.36	21.49	21.00	20.00
	2. 4	103.6	120	10	18	28			0	1	1	.64	20.43				23.33
	3	114.2	60	5	9	14						.64	19.02				23.33
29	1. 5	73.2	160	15	4	19	1	0	1	0	1	.21	26.82	2.60	23.69	23.24	11.88
	2. 4	90.9	160	11	7	18	1	0	1	0	1	.39	22.32				11.25
	3	97.7	80	3	2	5						.40	20.45				6.24
31	1. 5	64.8	122	20	3	23	1	0	1			.13	27.67	0.44	27.43	27.26	18.85
	2. 4	76.3	122	20	2	22						.09	27.34				18.03
	3	81.3	61	15	2	17	1	0	1	1	3	.12	26.94				27.87
Jan. 2	1. 5	60.4	120	10	4	14						.29	28.04	-0.02	28.05	28.05	11.67
	2. 4	69.8	120	9	1	10	1	0	1			.10	28.06				8.33
	3	72.7	60	3	2	5			(2)			.40	28.07				8.30
3	1. 5	64.8	160	9	3	12	1	0	1	0	1	.25	27.78	0.18	27.61	25.69	7.50
	2. 4	76.3	160	10	3	13	2	1	0	1	3	.23	27.54				8.13
	3	81.3	80	2	1	3	1	0	1	3	1	.33	27.48				3.75
4	1. 5	66.3	160	14	1	15						.07	<28.00				9.38
	2. 4	78.6	160	6	2	8	2	0	2	1	2	.25					5.00
	3	83.1	80	3	1	4	1	0	1	1	4	.25					5.00
5	1. 5	60.4	80	10	4	14	3	0	3	1	4	.29	28.16	0.29	27.98	27.99	8.75
	2. 4	69.8	80	10	1	11	5	0	5	3	3	.09	27.88				6.88
	3	72.7	40	2	1	3						.33	27.80				3.75
8	1. 5	63.9	160	1	0	1			1	0	1	0	25.93	2.08	24.53	23.91	1.25
	2. 4	74.7	160	2	0	2						0	23.86				2.50
	3	78.3	80	1	0	1						0	22.94				2.50
16	1. 5	72.2	160	3	2	5						.40	23.96	1.09	22.64	22.79	3.13
	2. 4	89.7	160	3	1	4						.25	22.08				2.50
	3	96.6	80	0	1	1						1.00	21.29				1.25
18	1. 5	72.7	160	6	0	6			1	0	1	0	25.48				3.75
	2. 4	90.9	160	5	0	5	1	0	1	0	6	0	23.02	1.35	23.78	24.01	3.13
	3	97.9	80	1	0	1	0	1	1	1	3	0	22.09				1.25
19	1. 5	72.7	160	6	2	8			1	0	1	.25	24.68	1.30	23.05	22.63	5.00
	2. 4	90.9	160	5	1	6	6	0	6	1	4	.17	22.32				3.75
	3	97.9	80	6	0	6						0	21.41				7.50
20	1. 5	73.2	200	3	0	3			2	1	3	0	27.83				1.50
	2. 4	91.8	200	4	0	4						0	24.85	1.64	25.78	25.58	2.00
	3	98.7	100	1	0	1						0	23.66				1.00
21	1. 5	70.0	160	2	0	2						0	24.79	0.90	23.85	23.60	1.25
	2. 4	85.6	160	4	1	5			2	0	1	.20	22.40				3.13
	3	91.1	80	1	0	1			2	0	0	0	23.90				1.25
22	1. 5	65.3	160	0	1	1						1.00	28.11	0.96	27.49	28.11	0.03
	2. 4	76.8	160	0	0	0	1	0	2	0	1	0	27.26				0
	3	80.9	80	0	0	0						0	26.61				0

Remark: Only for the yellowfin tuna angling rate (k) is shown.



5, 2と4 (及び3) 毎に考えると, その度数分布は第7表及び第3図のようになる。

Table 7. Distribution of angling rate (k) for each hook-unit (Yellowfin tuna).

Hook \ k	(1, 5)	(2, 4)	(3)	Total
0~5.0	6	7	8	21
5.0~10.0	4	4	4	12
10.0~15.0	3	1	0	4
15.0~20.0	1	2	0	3
20.0~25.0	1	1	1	3
25.0~30.0	0	0	2	2
Total	15	15	15	45

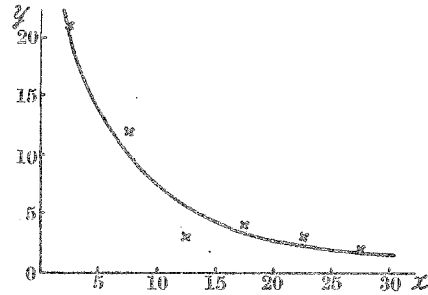


Fig. 3. Showing distribution of angling rate for each hook-unit.

分布は略々指数分布に従う。鉤の区別なしに各操業日毎の釣獲率の分布をみると更に一層指数型に近い。その各々を対数変換すると第4図となる。

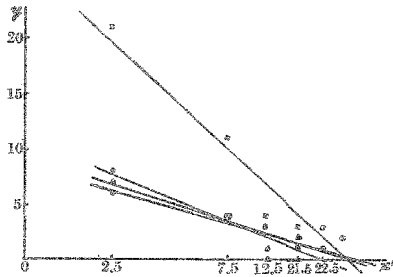


Fig. 4. Showing distribution of angling rate on logarithmic-grid.  
Remark: Numbers I, II, III and IV in this figure correspond to the whole hook-unit, (1,5)-hook-unit, (2, 4)-hook-unit and (3)-hook-unit respectively.

対数変換を行った場合各操業日毎及び各鉤単位毎の釣獲率の度数分布は次の一次式で近似できる。  $x' = \log x$  である。

$$\begin{cases} \text{各作業日に対し} \dots y = 28.20 - 19.31x', \\ \text{鉤 (1, 5)} \dots y_{1,5} = 8.71 - 5.79x', \\ \text{鉤 (2, 4)} \dots y_{2,4} = 9.52 - 6.55x', \\ \text{鉤 (3)} \dots y_3 = 9.96 - 6.96x'. \end{cases}$$

#### IV. 釣獲率と環境諸要因との関係 (キハダ)

各鉤単位毎の深度に対応する水温を海洋観測結果より推算し, 各操業日毎に鉤単位上下両限間の平均水温及び平均水温勾配並びに重心水温を算出した。平均水温は各鉤単位に対応する水深及び水温を夫々  $(d_1, t_1), (d_2, t_2), \dots$  とするとき  $\bar{t} = \left\{ \frac{(t_1+t_2)}{2} (d_1-d_2) + \frac{(t_2+t_3)}{2} (d_2-d_3) \right\} / \{ (d_1-d_2) + (d_2-d_3) \}$ , 重心水温は各鉤単位に対応する水温にその鉤単位での釣獲尾数をウェイトとして乗じて平均水温に準ずる方法で計算した。重心水温を考えたのは, 平均水温は各鉤単位を含む層内での単なる平均にすぎず, 魚の棲息に密接に関連している水温としては魚の分布の重心附近に成る可く近いものが望ましいと思われたためであるが, 我々の場合には平均水温と重心水温との間に殆んど差を認めることが出来なかつたのは以下の考察に於いて明かである。

更に各鉤単位毎の釣獲率及び各操業日毎の平均釣獲率を算出して上記諸数値と共に第6表に示した。

##### 1. kとtとの関係

第8表の如く明確な相関々係は認めら

Table 8. Relationship between angling rate (k) and its corresponding water temperature (t °C) for the yellowfin tuna.

t	k						Total
	0~5.0	5.0~10.0	10.0~15.0	15.0~20.0	20.0~25.0	25.0~30.0	
19~20					1		1
20~21		1			1		2
21~22	1	1				1	3
22~23	5		1				6
23~24	5			1	1		7
24~25	2	1					3
25~26	2						2
26~27	1		1			1	3
27~28	4	3		3			10
28~29	1	6	1				8
Total	21	12	3	4	3	2	45

Table 9. Relationship between angling number (n) and average of angling rate ( $\Sigma k/n$ ) for each division of water temperature (in °C) for the yellowfin tuna.

t	n	$\Sigma ki$	$\frac{1}{n} \Sigma ki$
19 ~ 20	1	22.5	22.5
20 ~ 21	2	36.0	18.0
21 ~ 22	3	37.5	12.5
22 ~ 23	6	25.0	4.2
23 ~ 24	7	45.0	6.4
24 ~ 25	3	12.5	4.2
25 ~ 26	2	5.0	2.5
26 ~ 27	3	42.5	14.2
27 ~ 28	10	85.0	8.5
28 ~ 29	8	60.0	7.5

れないが、 $t = 22^\circ \sim 24^\circ$  及び  $t = 27^\circ \sim 29^\circ$  に夫々モードがあり、全操業日を次のように区分すると、前者は海域 III に後者は海域 II に対応する。即ち

- 海域 I : =コバル島附近
- 〃 II : =アス島附近
- 〃 III : ジャワ南岸~東方海域。

又各水温区分に対する釣獲率の平均を考えると第 9 表の如く、甚だ興味ある事実が得られた。即ち「各水温区分に對す

る釣獲回数と釣獲率平均とを両軸とする図上にプロットすると、水温平均  $19.5^\circ$  より  $22.5^\circ$  迄はその順に一直線上に並び、又  $22.5^\circ$  から  $28.5^\circ$  迄は  $26.5^\circ$  を除いて略々全一直線上に並ぶ。第 1 の直線については釣獲回数と釣獲率平均値とが逆比例をなし、第 2 の直線では正比例の関係が示される。」この内  $t = 27.5^\circ$  及び  $28.5^\circ$  は海域 II だけのものであるから海域 I と III については第 5 図中破線で示す関係が、釣獲回数と釣獲率平均との間に成立つものとすれば、累計釣獲率は  $t = 22.5^\circ \sim 23.5^\circ$  附近で極大になり、この水温範囲に於て最も効果的な釣獲が期待されよう。

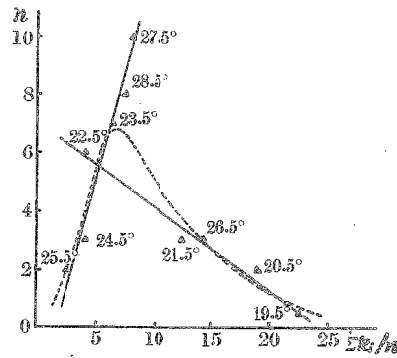


Fig. 5. Relation between frequency of angling (n) and average of angling rate ( $\Sigma k/n$ ) for each division of water temperature (in °C).

Remark: The reader is referred to the text for full account of the relation shown in this figure.

2.  $\bar{k}$  と  $\bar{t}$  との関係 (第 10 表)。

この場合にも両者間に明かな相関係は認められず、 $\bar{t} = 23^\circ \sim 24^\circ$  及び  $\bar{t} = 27^\circ \sim 28^\circ$  に

Table 10. Relationship between average water temperature (in °C) and average rate of angling ( $\bar{k}$ ) for each fishing for the yellowfin tuna.

$\bar{t} \backslash \bar{k}$	0~5.0	5.0~10.0	10.0~15.0	15.0~20.0	20.0~25.0	Total
21~22					1	1
22~23	1					1
23~24	2	1	1			4
24~25	1			1		2
25~26	1					1
26~27						0
27~28	1	2			1	4
28~29		1				1
Total	6	4	1	1	2	14

夫々モードが在り、前者は海域 III に後者は海域 II に対応する。地域的にみれば多少の重なりはあるが平均水温は次のような範囲に分布している。

- 海域 I :  $21^\circ \sim 25^\circ$ ,
- 〃 II :  $27^\circ \sim 29^\circ$ ,
- 〃 III :  $22^\circ \sim 26^\circ$ .

3.  $\bar{k}$  と  $t_g$  との関係 (第11表)。

$\bar{t}$  の場合と略々同様であるが、この場合著しいモードは  $t_g = 23^\circ \sim 24^\circ$  に一つだけあり、且

Table 11. Relationship between centro-water-temperature (in  $^\circ\text{C}$ ) and average rate of angling ( $\bar{k}$ ) for each fishing for the yellow-fin tuna.

$t_g \backslash \bar{k}$	0~5.0	5.0~10.0	10.0~15.0	15.0~20.0	20.0~25.0	Total
21~22					1	1
22~23	1	1				2
23~24	2		1	1		4
24~25	1					1
25~26	1	1				2
26~27						0
27~28		1			1	2
28~29	1	1				2
Total	6	4	1	1	2	14

つ  $\bar{t}$  の場合よりも分布が稍々拡がって次のような範囲に分布している。

- 海 域 I :  $21^\circ \sim 24^\circ$ ,
- 〃 II :  $27^\circ \sim 29^\circ$ ,
- 〃 III :  $22^\circ \sim 26^\circ$ .

4.  $\bar{k}$  と  $G_t$  との関係 (第12表)。

全域に亘つての明かな関係はみられないが、地域的には海域 I では範囲が著しく拡がって

Table 12. Relationship between gradient of water temperature (in  $^\circ\text{C}$  per 10m) and average rate of angling ( $\bar{k}$ ) for each fishing the yellowfin tuna.

$G_t \backslash \bar{k}$	0~5.0	5.0~10.0	10.0~15.0	15.0~20.0	20.0~25.0	Total
-0.5~0		1				1
0~0.5		2			1	3
0.5~1.0	2					2
1.0~1.5	2	1		1	1	5
1.5~2.0	1					1
2.0~2.5	1					1
2.5~3.0			1			1
Total	6	4	1	1	2	14

おり、II 及び III では夫々 -0.5~0.5 及び 0.5~2.5 の範囲にある。

V.  $k$  及び  $\bar{k}$  に対する諸要因間の相互関係

1.  $t$  と  $G_t$  との相互関係 (第13~15表)。

何れの場合にも明瞭な関係は認められないが、海域別に考えると略々次のようになる。

- 海 域 I :  $G_t = 1.0 \sim 1.5$  }  
 $t = 19 \sim 24^\circ\text{C}$  }
- 海 域 II :  $G_t = 0.0 \sim 0.5$  }  
 $t = 26 \sim 28^\circ\text{C}$  }

に大凡の中心がある。

$$\left. \begin{array}{l} \text{海 域 III : } G_t = 1.0 \sim 1.5 \\ t = 21 \sim 25^\circ\text{C} \end{array} \right\}$$

に大凡の中心がある。

Table 13. Interrelationship between water temperature(in °C) and their gradient (in °C per 10m) for average of angling rate ( $\Sigma k/n$ ) for the yellowfin tuna.

$t \backslash G_t$	-0.5~0	0~0.5	0.5~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0	2.0~2.5	2.5~3.0	Total
19 ~ 20				23.33				23.33
20 ~ 21				23.33			6.25	29.58
21 ~ 22				12.35				12.35
22 ~ 23			1.25	2.50		2.50	11.25	17.50
23 ~ 24			3.13	10.52	1.00	2.50		17.15
24 ~ 25			1.25	5.00	2.00			8.25
25 ~ 26				3.75		1.25		5.00
26 ~ 27		27.87					11.88	39.75
27 ~ 28	9.44	9.56		15.00	1.50			35.50
28 ~ 29		8.75	0.03					8.78
Total	9.44	46.18	5.66	95.78	4.50	6.25	29.38	197.19

Table 14. Interrelationship between water temperature (in °C) and their gradient (in °C per 10m) for sum of angling rate ( $\Sigma k$ ) for the yellowfin tuna.

$t \backslash G_t$	-0.5~0	0~0.5	0.5~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0	2.0~2.5	2.5~3.0	Total
19 ~ 20				23.33				23.33
20 ~ 21				23.33			6.25	29.58
21 ~ 22				37.05				37.05
22 ~ 23			1.25	7.50		2.50	11.25	22.50
23 ~ 24			3.13	42.08	1.00	2.50		48.71
24 ~ 25			1.25	5.00	2.00			8.25
25 ~ 26				3.75		1.25		5.00
26 ~ 27		27.87					11.88	39.75
27 ~ 28	28.32	66.92		15.00	1.50			111.74
28 ~ 29		8.75	0.03					8.78
Total	28.32	103.54	5.66	157.04	4.50	6.25	29.38	334.69

Table 15. Interrelationship between water temperature (in °C) and their gradient (in °C per 10m) for frequency of angling (n) for the yellowfin tuna.

$t \backslash G_t$	-0.5~0	0~0.5	0.5~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0	2.0~2.5	2.5~3.0	Total
19 ~ 20				1				1
20 ~ 21				1			1	2
21 ~ 22				3				3
22 ~ 23			1	3		1	1	6
23 ~ 24			1	4	1	1		7
24 ~ 25			1	1	1			3
25 ~ 26				1		1		2
26 ~ 27		1					1	2
27 ~ 28	3	7		1	1			12
28 ~ 29		1	1					2
Total	3	9	4	15	3	3	3	40

## 2. $\bar{t}$ 或いは $g_t$ と $G_t$ との相互関係 (第16~17表)。

各海域毎に分離して全体としての一般的傾向は認め難いが、何れの場合にも大略次の直線関係が存するようと思われる。この傾向は  $g_t$  と  $G_t$  との間の方が  $\bar{t}$  と  $G_t$  との間でよりも一層著しく、

$$g_t \text{ と } G_t : g_t = 26.743 - 1.758G_t,$$

$$\bar{t} \text{ と } G_t : \bar{t} = 27.865 - 2.542G_t$$

Table 16. Interrelationship between average water temperature (in °C) and gradient of water temperature (in °C per 10m) for frequency of angling (n) for the yellowfin tuna.

$\frac{G_t}{t}$	$G_t$	-0.5~0	0~0.5	0.5~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0	2.0~2.5	2.5~3.0	Total
21 ~ 22					1				1
22 ~ 23					1				1
23 ~ 24				1	2			1	4
24 ~ 25					1		1		2
25 ~ 26						1			1
26 ~ 27									0
27 ~ 28			3						3
28 ~ 29		1		1					2
Total		1	3	2	5	1	1	1	14

Table 17. Interrelationship between centro-water-temperature (in °C) and gradient of water temperature (in °C per 10 m) for frequency of angling (n) for the yellowfin tuna.

$\frac{g_t}{t}$	$G_t$	-0.5~0	0~0.5	0.5~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0	2.0~2.5	2.5~3.0	Total
21 ~ 22					1				1
22 ~ 23					2				2
23 ~ 24				1	1		1	1	4
24 ~ 25					1				1
25 ~ 26			1			1			2
26 ~ 27									0
27 ~ 28			2						2
28 ~ 29		1		1					2
Total		1	3	2	5	1	1	1	14

であり、何れの場合にも負の相関が僅かに認められ、共に  $r = -0.64$  である。

### VI. サメによる被害

全般的に考えるとサメによる釣獲魚の被害は海域 I で大きく、その中でも特にニコバル海域で甚大であつたが、メバチは殆んど被害をうけなかつた。

#### 1. キハダマグロの被害率 (第18~19表)。

各操業日各釣単位毎のキハダマグロの被害尾数は第3表に示す通りである。今キハダマグロの釣獲率(全尾数)と被害率(全尾数)との関係を考察すれば、釣獲率(k)と被害率(i)の間には弱い正の相関( $r=0.662$ )が、又釣獲尾数と被害尾数との間にも同様に弱い相関( $r=0.563$ )が共に認められる。このように相関の度合が弱いことは、サメ自体の分布が水温及びその他の要因によつて左右されることに基くものと思われる。

Table 18. Relationship between angling rate (k) and injury rate (i) of the yellowfin tuna.

$\frac{k}{i}$	k	0~5	5~10	10~15	15~20	20~25	25~30	Total
0~20		12	4		2			19
20~40		6	4	3				13
40~60		1	3	1	1			6
60~80				1	1	3		5
80~100					1		1	2
Total		19	11	5	5	3	2	45

Table 19. Relationship between number of the fished yellowfin tuna (m) and number of the fish injured by the shark (m').

$\frac{m}{m'}$	m	1~6	7~12	13~18	19~24	25~30	Total
0		12	0	3	2		17
1~3		11	5	2	1		19
4~6			1	2			3
7~9							0
10~12				3	2		5
13~15						1	1
Total		23	6	10	5	1	45

\* このことは中村博士も指摘しているが明確な根拠はないものようである<sup>1)</sup>。

Table 20. Relationship between water temperature (in °C) and rate of injury (i).

i \ t	19~21	21~23	23~25	25~27	27~29	Total
0~20		5	5	4	7	21
20~40		2	2	1	8	13
40~60	1		1		1	3
60~80	2		2			4
80~100		2			2	4
Total	3	9	10	5	18	45

( $r=0.81$ ) が認められ、又  $s$  に対する  $sh$  の回帰直線  $sh=5.27+1.17m'$  から、サメによる被害尾数に基いて害を加えるサメの潜在量を推定することが出来るであろう。そのようにしてえられたサメの潜在量と水温との関係を調べたが、その間に何等明かな関係は認められなかつた。

#### 4. サメの深度別分布

(第22表)。

サメによる被害が水温に対し明瞭な関係を示さぬ\* ことが分つたので釣獲されたサメの深度による分布を調べると第22表の如く、75~80m附近及び100~115m附近にモードを示しているが、一般に分布は不規則であり、且つ游泳深度は主に餌となる魚の存在位置によつて左右されるものゝ如く思われる。

#### 2. 水温と被害率との関係 (第20表)。

この場合には、 $r=-0.203$  となり相関は殆んど有意とは認められない。

#### 3. サメによる被害尾数とサメの釣獲尾数との関係 (第21表)。

サメによる被害尾数 ( $m'$ ) とサメの釣獲尾数 ( $sh$ ) との間には著しい正の相関

Table 21. Relationship between number of the tuna injured by the shark and catch of the shark.

Captured Scar	0~3	4~7	8~11	12~15	16~19	20~23	Total
0~3	27	7	1				35
4~7	2	1					3
8~11	1						2
12~15			1	1			2
16~19			1		1	1	3
Total	30	8	3	2	1	1	45

Table 22. Distribution of the shark corresponding to each division of depth (in m).

Depth	Freq.
60 ~ 65	12
65 ~ 70	9
70 ~ 75	25
75 ~ 80	40
80 ~ 85	11
85 ~ 90	3
90 ~ 95	14
95 ~ 100	7
100 ~ 105	39
105 ~ 110	0
110 ~ 115	22
Total	182

## 要 約

1. 釣獲率は指数型分布を示す。
2. 釣獲層の水温・平均水温・重心水温及び水温勾配の諸要因に関して、釣獲率  $k$  は、海域 I と III とで類似の様相を示すが、海域 II 即ちエラス島附近は特異の様相を示す。

\* 第23表にサメ釣獲尾数の温度による分布を示す。

Table 23. Distribution of the shark in relation to water temperature (in °C).

t	Freq.
19 ~ 20	13
20 ~ 21	18
21 ~ 22	11
22 ~ 23	11
23 ~ 24	51
24 ~ 25	9
25 ~ 26	4
26 ~ 27	4
27 ~ 28	34
28 ~ 29	23
Total	182

3.  $k$  は  $t=21\sim 23$  ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $27\sim 29$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) にモードがあり, 前者は海域 I と III に, 後者は海域 II に対応する。

4. 海域 II を除けば, 各水温区分 ( $1^{\circ}\text{C}$  毎) に対する釣獲回数と釣獲率平均とは, 第 4 図の破線で示され, これより最も有効な釣獲水温は,  $t=22.5\sim 23.5$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) であろう。

5.  $t \cdot \bar{t} \cdot g_t$  及び  $G_t$  の中のどれか 2 つが  $k$  に対して特別の関連を示すような結論は得られなかつた。

6. サメによる被害尾数とサメの釣獲尾数とは可成りの正相関を示すが, キハダの被害率とキハダの釣獲率との間にはそれほど著しい相関は認められない。又サメの垂直分布は水温, 深度共に余り関係がないようである。

尙水平分布については, 第 2 報に於て報告する予定である。

## 文 献

- 1) 中村宏司: 1951. 南海区水産研究所報告, 第 1 号.
- 2) 相川広秋: 1943. 大東亜海の海況と生物及び漁業, 「太平洋の海洋と陸水」, 太平洋協会.
- 3) 吉原友吉: 1951. 鮪延縄の漁獲分布, II, 垂直分布, 日水誌, 16 (8), 370~374.
- 4) 吉原友吉: 1954. 鮪延縄の漁獲分布, IV. 短縮率計算表及び図表, 日水誌, 19 (10), 1012~1014.
- 5) 小平吉男: 1931. 物理数学, 岩波書店, 東京.
- 6) 岩手県水産試験場: 1954. 昭和 28 年度南洋鮪漁業試験調査報告, No. 4.
- 7) 農林省水産局: 1935. 昭和 8 年度南方漁業調査報告書.
- 8) 農林省水産局: 1933. 昭和 6 年度南方漁業調査報告書.