

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*

森田二郎・山中 一
(遠洋水産研究所)

Some informations as observed from the records of the
fish finder in the experimental tuna longline operation

Jiro MORITA and Hajime YAMANAKA
(Far Seas Fisheries Research Laboratory)

As the records obtained by the supersonic fish finder demonstrate the vertical distribution of scatterers in the sea water, the analysis of the records will be useful for clarifying some ecological aspects of fishes in the water. The authors analysed the records of the fish finder obtained from research cruise by the SHUNYO MARU in the western Pacific Ocean from October through December 1967 (Fig.1), in which the experimental tuna longline operation is included. The present paper particularly discusses on some ecological aspects of tuna behavior as well as operational mechanisms of tuna longline gear. The results are summarized as follows:

1. It is suggested that there is a diurnal change of the swimming depth of tunas (Fig. 3).
2. When the ship is stopping, the moving speed of scatterers can be calculated in conjunction with winding speed of recording paper, if the scatterers move upward or downward within the range of sonic beam of the fish finder (Plate I-b, e). Taking this idea into account, the swimming speed of tunas is calculated as shown in Table 3. The maximum and average speed of vertical movement are estimated to be 2.5 Kts and 1 Kts, respectively.
3. The depth of tuna longline gear was measured by 200 KHz of the fish finder, and the deepest part of the mainline was located at the depth between 70 and 110 m (Fig.5, Plate II-a).
4. Results of the series of specially designed experiments on the tuna longline operation (Table 2) are shown in Fig.4. It is inferred from the relation between the diurnal change of the swimming depth of tunas and the depth of tuna longline gear that the hooked rate of yellowfin, shown in Fig. 4, is affected by the length of time in which the swimming depth of tunas coincides with the depth of tuna longline gear.
5. The linear increase in number of fishes approaching around longline gear with the time (Fig.6) is observed by continuous observations done only once for twelve hours in "Namawari" operation.

* 1974年10月31日受理 遠洋水産研究所業績第131号

まえがき

近年、超音波機器は、目的に応じた周波数帯を使用して、漁業および調査研究に利用されている。下向け魚群探知機（一般に魚群探知機と呼称されている。本文中でも、以後、魚群探知機として使用する。）の記録は、海中における散乱体の鉛直分布の記録であり、その大きさ、密度等により記録の大きさ、濃さ等の異なることが理論的に、かつ、実験等により知られている（横田, 1953, 橋本・間庭, 1955, 西村, 1961, 柴田, 1963, 柴田, 1965, 全国かつお・まぐろ研究協議会, 1965, NISHIMURA and SHIBATA, 1966）。

これらの基礎研究に立脚して、魚群探知機を利用することにより、魚類またはエビ類等の生物資源量の推察、あるいは漁期の予察等が試みられている（神浦, 1958, 柴田, 1964, CUSHING, 1968, 青山・見元, 1970）。また、マグロ類を対象として、遊泳速度の推算、遊泳層の時間的変化および魚群密度等が検討されている（西村, 1961, 柴田, 1963, NISHIMURA and SHIBATA, 1966, 山中, 外, 1966, 俵, 外, 1967）。

以上のことから、魚群探知機の記録の解析により、海中における魚類等の生態的な知見を、断片的ではあるが追求できるものと考えられる。よって、著者らは、1967年10月～12月の俊鷹丸（遠洋水産研究所所属調査船）の調査航海で得られた魚群探知機の記録を解析し、マグロ類の生態について2～3の知見を得たので報告する。

さらに、この調査航海では、当時までに得られていたマグロ類の遊泳層の日周変化に関する知見に基づき、従来と異なったマグロ延縄操業方法（3方法）が用いられた。これはマグロ類の遊泳層の日周変化と摂餌時間との関係の検討を目的とする延縄実験であって、この結果についてもあわせて報告する。

なお、調査航海に使用された魚群探知機は、産研社製 NTL-3200 型である。

I. 資料および方法

魚群探知機による調査、海洋観測および稚魚調査は第1図に示す調査航跡に沿って実施された。図中、A, B, C, Dの海域では後述するような操業方法により延縄実験が行われた。

魚群探知機による調査は、延縄実験海域と前記海域間における航走時に分け、第1表に示すようなそれぞれの時間帯、測深レンジに従って実施された。

西村（1961）は、マグロ漁場での調査においては、指向性の広い 28 KHz を利用する方が

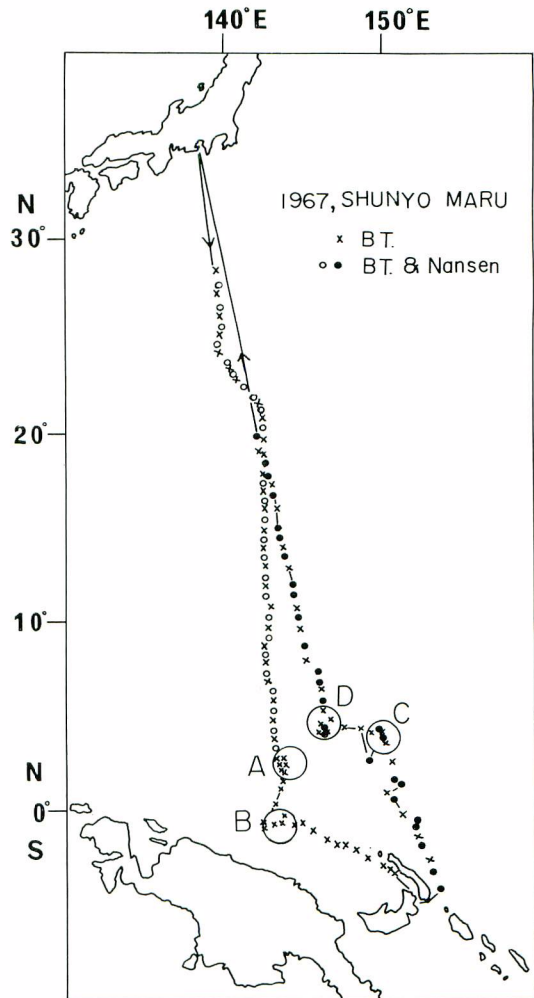


Fig. 1. Track chart showing stations of the oceanographical observation by the SHUNYO MARU from October through December 1967.

A, B, C, D indicate the experimental areas of tuna longline.

Table 1. Range, volume and time of research of the fish finder used by the SHUNYO MARU.

	Time	Range	Volume	Case of ordinary research	Case of special research
Sun rise	04:00	0~200m	L ₉	04:00	↑
	06:00 07:00	0~400m	L ₁₀	07:00	
Noon	09:00				
	11:00 12:00			11:00	
	13:00	0~600m	H ₃	13:00	
Sun set	15:00	0~400m	L ₁₀	15:00	
	17:00 18:00	0~200m	L ₁₀	18:00	
	19:00	0~200m (White line)	L ₁₀		
	24:00				

有利であると述べている。それで、航走時および延縄実験海域等では、28 KHz を主として用いた。また、延縄の深度測定では、河口、外(1962)、柴田(1962)の方法に準じて、指向性の鋭い 200 KHz が使用された。なお、夜間は浮上した濃いDSL 等のために、マグロ類の記録の判別が不可能な場合がある。したがって、この場合には、Plate I-c に示すように、White line—超音波の反射レベルにより記録が白く抜けるような回路が設計されている—および、ブラウン管の映像等によってマグロ類の有無を判断した。

Table 2. The detail of the experimental longline fishing by area.

Op. No.	Date	Area*	Type of experiment	Time of operation		Number of basket used
				Setting	Hauling	
1	11-10	A	1	Before sun set	Night	50
2	11-11	A	2	After sun rise	Daytime	80
3	11-11	A	1	Before sun set	Night	50 (with extra float)
4	11-12	A	3	Before sun rise	Daytime	80
5	11-14	B	1	After sun set	Night	50
6	11-15	B	2	After sun rise	Daytime	80
7	11-15	B	1	Before sun set	Night	50 (with extra float)
8	11-16	B	3	Before sun rise	Daytime	80
9	11-28	C	1	Before sun set	Night	50
10	11-29	C	2	After sun rise	Daytime	80
11	11-29	C	1	Before sun set	Night	50 (with extra float)
12	11-30	C	3	Before sun rise	Daytime	80
13	12- 2	D	3	Before sun rise	Daytime	80
14	12- 3	D	3	Before sun rise	Daytime	80
15	12- 4	D	4	Before sun rise	Night	84

* ...Refer to Fig. 1.

一方、延縄による実験では、前述したようにマグロ類の遊泳層の日周変化と摂餌生態との関係を検討するために、延縄実験海域（第1図のA, B, C, D）毎に、第2表にタイプ1, 2, 3として示してある3種類の操業方法が用いられた。同表のタイプ4については、1回のみいわゆる“縄廻り”を主体とした特別な実験であったので、ここで得られた資料は前記の日周変化と摂餌生態の検討では用いられなかった。

なお、実験に使用された延縄の構造は第2図に示すようである。

II. 結果および考察

1. 遊泳層の日周変化

延縄実験海域におけるマグロ類の時間別の遊泳層を第3図に示す。なお、海域または海流系毎に時間別の遊泳層を求めるには、資料数が少ないので、第3図には延縄実験海域毎の海況、気象等の差異は無視し、一括してとりまとめている。

遊泳層の時間別変化についてみると、第3図からもうかがわれるように、概して、日出以前では20~50m、昼間では50~150m、日没以後では20~50mである。しかしながら、日没前後には、50~100mにも魚群が認められる。本報告とほぼ同海域、同時期に得

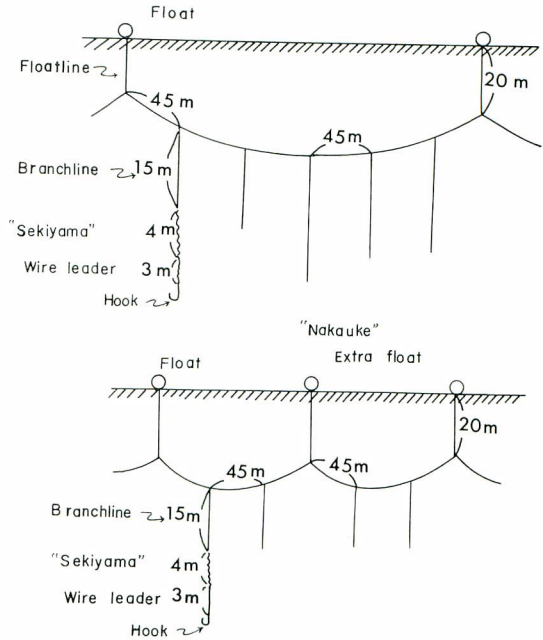


Fig. 2. Structure of unit gear (basket) of tuna longline.

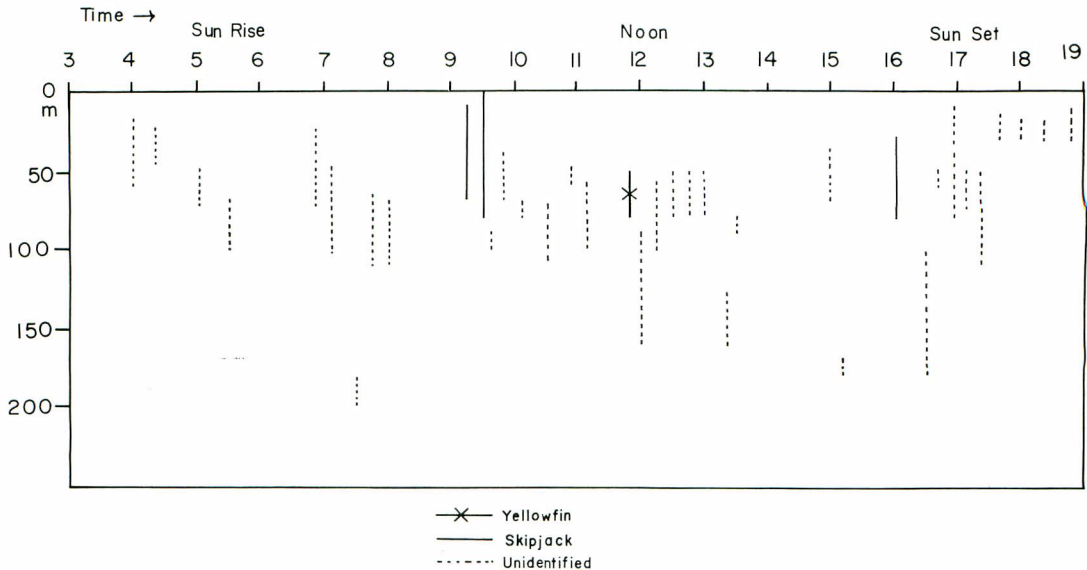


Fig. 3. Swimming layer of tunas and tunalike fishes by time based on the records of fish finder for the experimental areas A, B, C, D combined.

られた資料にもとづいて、日中のマグロ類の遊泳層を山中、外(1966)は110～120mとし、俵、外(1967)は150～200m以浅であると述べていて、今回の結果との間に大差はみられない。

一方、西村(1961)はNew Zealand北東海域において、マグロ類の遊泳層の日周変化が認められたと述べている。また、柴田(1963)は、ルソン島東部海域において、マグロは、日中深く、夜間浅い上下運動を示すものもあるが、夜間も200m付近にまで分布する事が認められたと述べている。以上のことから、今回の結果においては、上述したように必ずしも明瞭ではないが、一応、日周変化の傾向は認められると言えよう。

2. マグロ類の遊泳速度

魚群探知機は既述したように海中の散乱体を記録することができる。したがって、停船中に散乱体が魚群探知機の超音波ビーム内で上下に移動すれば、記録紙の紙送り速度を利用してその散乱体の速度を推算できる。この方法により、Plate I-b, e, に示す魚の記録を用いて昇降遊泳速度を求め、結果を第3表に示した。なお、

Table 3. Estimated swimming speed of tunas based on the records obtained by the fish finder.

Date	Time	Position	Species of fish	Estimated swimming speed(Kts)	
				Single observation	Continuous observation
Nov. 28th	Around 17h00m	03° 50' N 150° 16' E	Tuna species	0.8* 0.8* 1.3* 0.8*	
Nov. 29th	Around 17h00m	04° 10' N 150° 06' E	Yellowfin tuna	0.9* 2.5*	0.7* 1.2** 1.1* 1.2** 1.1* 0.9**

*...Upward swimming speed

*...Downward swimming speed

超音波ビーム内における魚の上下の移動方向は不明であるから、第3表に示す遊泳速度は概測値である。同表に示されるように、最大速度は下降時における2.5Ktsである。また、平均遊泳速度は、上昇、下降時ともに約1Ktsである。なお、第3表に示すキハダは、Plate I-eの連続記録に示したような浮上行動をとった後、船の近くではね、目視により判定されたものである。

NISHIMURA and SHIBATA (1966)の報告に、マグロ類(ビンナガ、キハダ、クロマグロ)の遊泳速度が記載されている。その報告の中で、キハダの遊泳速度については、SHIBATA (1962)のPhilippine Seaでの魚群探知機の記録より計算して0-0.5および1-4Ktsと推定している。また、Solomon Islandの東方海域において、船の騒音に反応した、YAMANAKA (1965)の魚群探知機記録を基にして、3Ktsと計算している。一方、水平方向の移動速度について、梨本、黒木(1968)は、マグロ延縄資料の時系列解析を行ったが、その結果によると、マグロ魚群は1日に約16mile移動しているとしている。YUEN (1970)は、超音波標識により、カツオの移動はKaula Bankにおいて平均で8Km/時としている。これらの結果は、著者らの推算した速度と、大差ないものと思われる。

3. 延縄の深度

延縄の深度は既述したように、河口、外(1962)、柴田(1962)の方法に準じて、魚群探知機を利用して測定された。延縄のいわゆる“縄なり”の状態は複雑であり、海流の影響もあって、一部は浮子線より風上に、一部はその風下にある場合があった。また、目測によると、幹縄の最深部が記録された地点が、延縄浮子線より約70mも離れて観察された場合もあった。

なお、風力4(ビューフォート階級)以上および夜間の場合には、延縄浮子線の視認および操船が困難なため、延縄の深度測定は行わなかった。

延縄深度記録の一例をPlate II-bに示す。それらのPlateからも明らかなように、延縄の幹縄の最深部の深度は約70～110mの範囲にあり、前述したマグロ類の昼間の遊泳層を、ほぼカバーしていると思われる。

一方、中浮子を付けた場合の延縄の幹縄の最深部の深度は、50～60mの範囲にあり、普通縄の場合に比較

してかなり浅くなっている。しかしながら、第3図に示されているように夜間におけるマグロ類の遊泳層の大部分は、10~30 m であるので、夜間においては、中浮子付きの延縄深度はマグロ類の遊泳層よりも深い場合が多いと思われる。

普通延縄の深度について、SAITO (1973) は、カテナリーの理論および種々の深度測定装置を用い最大沈下深度は 140 m としている。著者らの深度測定は魚群探知機を利用して実施したものであり、かつ、海況状態が比較的良好な場合であったことを考慮するならば、幹縄の深度については、ほぼ妥当な深さを示していると思われる。

4. 延縄実験の結果

延縄による実験海域（第1図，A，B，C，D）で、第2表に示す実験タイプ 1, 2, 3 を主として、1連の実験を行った。第2表に示す実験順序に従って、総計 15 回の延縄実験を行ったが、資料数が少ないため、海流系や魚種による生態別等の差異は無視して、実験結果を示すと第4図のようである。同図から、実験海域

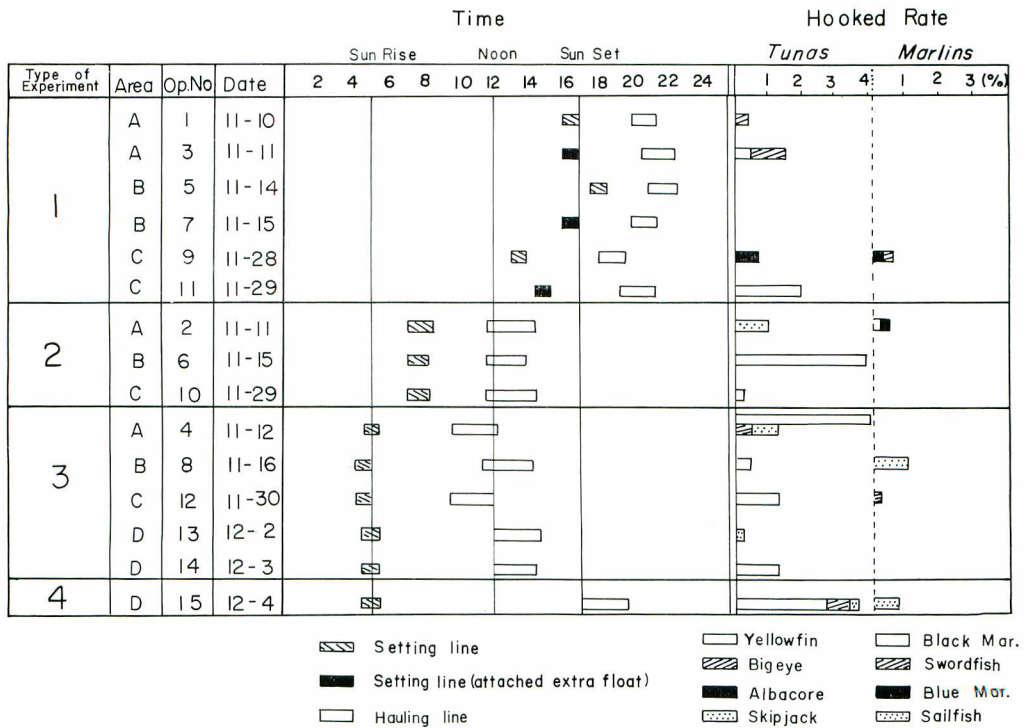


Fig. 4. Results of experiment for tuna longline operation. Type of experiment is shown in Table 2.

における最多獲魚種であるキハダを中心にして、実験タイプ別の漁獲状況について検討すると、以下のような傾向がうかがわれる。

日没前に投縄、夜間に揚縄の場合には、キハダの漁獲は極めて少ない傾向がみられる。この傾向は、中浮子を付けた場合も同様であり、特に日没後投縄、夜間に揚縄の場合にはキハダの漁獲は皆無である。これに対し日出前、後に投縄、昼間揚縄の場合にはキハダの漁獲が多い傾向がみられる。

REINTJES and KING (1953) および渡辺 (1958) はキハダの胃内容物の調査結果から、キハダは日中に索餌するとしている。一方、上柳, 外 (1970) は、延縄の昼間操業（早朝に投縄，昼間に揚縄）と夜間操業（夕方投縄，夜間に揚縄）との漁獲内容には明瞭な相違がみられ、カツオ，マグロ類は前者の場合に、漁獲が卓

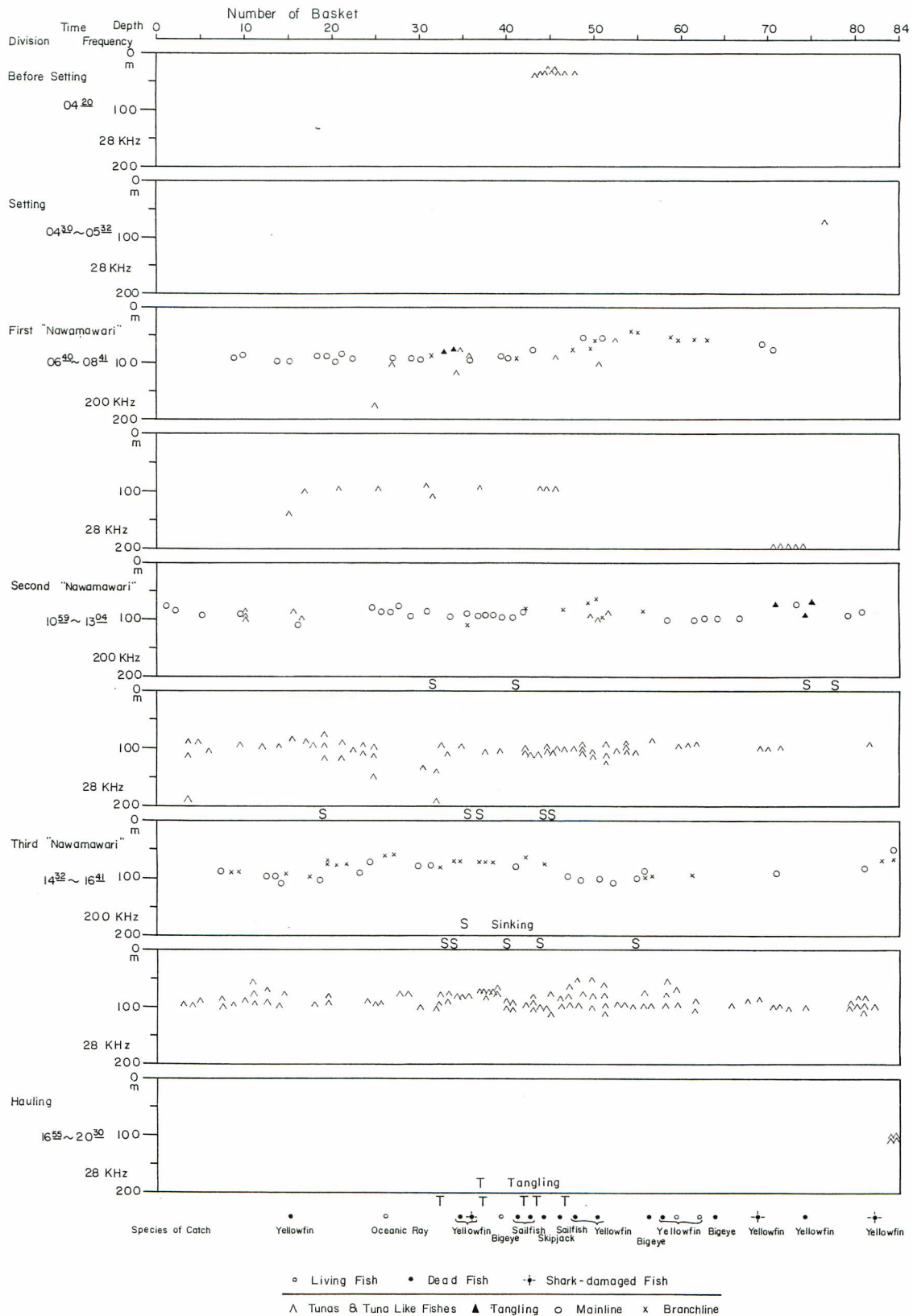


Fig. 5 Diagrammatic representation for the records of tunas, mainline and branchline of longline gear observed by the fish finder in the special longline experiment, type-4 experiment in Table 2. In the special experiment, research by the fish finder was carried out in the following division of time; before setting, during setting, during three times "Nawamawari" and during hauling.

The "Nawamawari" means to trace the set gear back and forth to find the sinking of float. During the "Nawamawari", depth of longline were measured by 200 KHz on the onward search, and depth and number of tunas were measured by 28 KHz on the backward search.

越する傾向が明らかであると述べている。さらに、小林・山口(1971)は、一般のマグロ延縄漁船が採用している操業方法に対し、操業時刻を変化させて(早朝縄、朝縄、夕縄の3種類の操業方法)調査した結果、キハダの釣獲に“朝マズメ”現象の存在することを示唆している。これらの報告の結果と、前述した今回の延縄による漁獲結果とを比較すると、過去の研究結果とほぼ対応するような結果が得られている。

以上のような観察にもとづいて、キハダの漁獲について以下のようなひとつの推論を行ってみた。

既述したように、日没後投縄、夜間揚縄の場合には、延縄の深度とマグロ類の遊泳層との間に大きな差異がみられる。したがって、キハダの漁獲が皆無であったのは、このような理由にもとづくものと思われる。日没前に投縄、夜間揚縄の場合には、投縄時から日没時までの間は、延縄の深度とマグロ類の遊泳層はほぼ一致しているが、日没後は前述したように両者の間に大差がみられる。したがって、この場合におけるキハダの漁獲は、投縄時～日没時までの時間的な長短に左右されるように思われる。このことと関連して、日没前投縄、夜間揚縄の実験の外に、投縄時～日没時までの時間を長くするように午後投縄、夜間揚縄の調査も2回行った。その結果をみると、後者の場合にキハダの漁獲が多い傾向があるようにも思われる(第4図参照)。

以上のような推論と並行して、キハダの漁獲効率の日周変化については、その feeding activity についても、もっと観察を重ねる必要がある。

日出後に投縄、昼間揚縄の場合には、延縄の深度とマグロ類の遊泳層とはほぼ一致している。したがって、この場合、キハダの漁獲が多い傾向のみられるのは、このような理由にもとづくものと思われる。日出前に投縄、昼間揚縄の場合には、投縄時～日出時までの間は延縄の深度とマグロ類の遊泳層との間に大差がみられるが、日出後は両者はほぼ一致している。この調査の場合、投縄は日出直前に行っているため、投縄時～日出時までの時間的経過は少なく、日出時～揚縄時までの時間が大部分をしめている。したがって、日出前投縄、昼間揚縄の場合、キハダの漁獲が多い傾向がみられたのは、延縄の深度とマグロ類の遊泳層が一致する時間が長いからではないかと思われる。

5. 延縄周辺魚群の時間的増加について

延縄実験の最終回(第2表のタイプ4)において、朝マズメ以前に投縄し、朝(7～9時)、昼(11～13時)、夕(15～17時)に、いわゆる“縄廻り”を実施した。いずれの場合も、往航時には、200 KHzによる延縄の深度測定、復航時には、28 KHzによるマグロ類の分布調査を行ったがそれらの結果を第5図に示す。同図からも明らかなように、マグロ類の遊泳深度は、ほぼ100mであり、朝、夕においては、遊泳層が浅くなる傾向がうかがわれる。また、枝縄の深度は、時により100m以浅に観察された場合もあるが、幹縄の最深部は、ほぼ100m深にある。したがって、枝縄の先端の釣針は最深部で110～120mと推察される。それらいわゆる“縄廻り”の記録を Plate II-c-2, 3, 4 に示す。

また、魚の記録尾数は、いわゆる“縄廻り”の1回目、2回目、3回目と時間とともに増加していることがうかがわれる。ここで、28 KHzの送受波器の半減半角の2倍の頂角をもつ三角柱を想定し、28 KHzによるいわゆる“縄廻り”別に10⁴m³当りの魚の密度を計算し第6図に示した。第6図は、走行距離を投縄中の船速と所要時間から算出したものであり、時間の経過とともに起こる延縄の伸縮は考慮されていない。したがって、1回目、2回目、3回目とそれぞれについて体積は過大または、過少に評価されている。しかしながら、第6図から明らかなように“縄廻り”1回目、2回目、3回目と時間の経過とともに延縄のまわりの魚の密度は直線的に増大していることがうかがわれる。

今後、この種の実験を繰り返し、このような現象、すなわち、魚群の時間的増加が普遍的に、延縄のまわりで起こっているか否かを確かめる必要があるであろう。

要 約

魚群探知機の記録は、海中における散乱体の鉛直分布の記録である。この記録の解析により、海中における魚類等の生態学的な知見を、断片的ではあるが追求できるものと考えられる。これらのことから、1967年10～12月の間、西部太平洋赤道海域における俊鷹丸の調査航海時の、魚群探知機による記録の解析や、従来と異なる

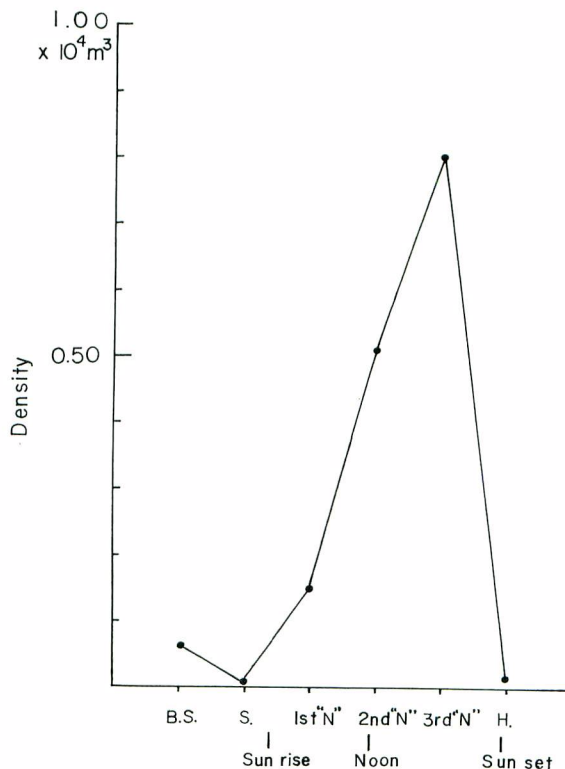


Fig. 6. Density of tunas and tunalike fishes by time approaching longline gear. Density was calculated by the following formula:

$$D = \frac{N}{L \cdot h^2 \cdot \tan \theta}$$

N...Number of records of tunas and tunalike fishes

h...Depth of range of the fish finder (in this case, h=200m)

θ ...Half power angle of the fish finder

L...Length required to research, and $L = V_s \cdot T$, where V_s is ship speed in m/sec, and T is time required to research in second

Division of research time are abbreviated as follows:

B. S.Before setting longline gear

S.During setting

1st "N"...During 1st "Nawamawari"

2nd "N"...During 2nd "Nawamawari"

3rd "N"...During 3rd "Nawamawari"

H.During hauling

る。マグロ延縄操業方法(第2表参照)による実験等について検討した結果、マグロ類の生態について若干の知見を得たので報告する。

1. マグロ類の遊泳層の日周変化は必ずしも明確ではないが、一応その傾向が認められると言えよう(第3図参照)。

2. 停船中に散乱体が魚群探知機の音波ビーム内で上下に移動すれば、記録紙の紙送り速度を利用して、その散乱体の速度を推算できる(Plate I-b, e)。これによると、マグロ類の遊泳速度の最大は2.5 Kts、平均速度は、上昇、下降時ともに、約1 Ktsである(第3表参照)。

3. 200 KHzによって、延縄の深度を測定した。その結果、延縄の幹縄の最深部分は、70~110 mの範

囲にある(第5図, Plate II-a 参照)。

4. 従来と異なるマグロ延縄操業方法(第2表)による実験結果は, 第4図に示すようである。既述したマグロ類の遊泳層の日周変化と, 延縄の深度との関係から推すと, 第4図に示すキハダの漁獲状況は, 両者の一致する時間の長, 短を反映しているらしい。

5. 1例の実験ではあるが, 特別調査(一日中延縄を流しておき, 朝, 昼, 夕の魚探によるいわゆる“縄廻り”調査を行う)の結果によると, 延縄の周辺で魚の数が, 時間と共に直線的に増大していることがうかがわれる(第5, 6図参照)。

謝 辞

この報告をまとめるに当り, 魚群探知機による調査や, 特殊な延縄実験等に協力を頂いた旧俊鷹丸, 角田精一船長および乗組員各位に深謝する。

また, 超音波に関する種々の文献の紹介や, 適切な助言を頂いた長崎大学水産学部, 柴田恵司教授に感謝する。さらに, 種々の示唆を頂いた遠洋水研, 須田明企画連絡室長および海洋部, 浮魚資源部の各位に謝意を表わす。

文 献

青山恒雄・見元孝一 1970: 魚群探知機によるカタクチイワシ群の分布機構の解明と分布量の推定. p.93-118, 橋湾をモデルとした海況および魚群分布調査報告. 西水研, 146 pp.

CUSHING, D.H. 1968: The abundance of hake off South Africa. Fish. Invest. London., II, XXV. (10), 20 pp.

神浦藤雄 1958: 魚群探知機の記録よりみたイワシ魚群の分布構造について. 南水研報, (9), 76-83.

河口喬太郎・平野正勝・西村 実 1962: 魚群探知機によるマグロ延縄形状の測定. 日本水産学会昭和37年度秋季大会講演予稿, 6 pp.

小林 裕・山口裕一郎 1971: 東部太平洋赤道海域におけるマグロ類, カジキ類の摂餌生態の釣獲傾向. 日水会誌, 37(2), 83-89.

橋本富寿・間庭愛信 1955: 魚群体の超音波反射損失と反射波の性質. 漁船研技報, (6), 113-139.

梨本勝昭・黒木敏郎 1968: 時系列解析法による マグロ魚群動態の 推定について. 北大水産彙報, 19(2), 109-122.

西村 実 1961: New Zealand 北東海域におけるマグロ用魚群探知機の実験. 漁船研技報, (15), 79-89.

NISHIMURA, M. and K. SHIBATA 1966: Echo-survey of tuna fishing ground. La mer, 4(3), 1-14.

REINTJES, J.W. and J.E. KING 1953: Food of yellowfin tuna in the central Pacific. Fish. Bull., U.S. Fish and Wildlife Serv., 54(81), 91-110.

SAITO, S. 1973: Studies on fishing of albacore, *Thunnus alalunga* (BONNATERRE) by experimental deep-sea tuna long-line. Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 21(2), 107-184.

柴田恵司 1962: 魚群探知機に表われた記録解析の試み-I. 鮪延縄の水中形状についての二, 三の知見. 長大水研報, (13), 9-18.

柴田恵司 1963: 魚群探知機記録の解析-II. 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), 15-17.

柴田恵司 1964: 魚群探知機に現われた記録の解析-V. 黄海下りえび魚場について(1). 長大水研報, (17) 25-43.

柴田恵司 1965: 保群探知機に現われた記録の解析-VI. 生物調査への応用について. 長大水研報, (19), 37-46.

俵 悟・桜井五郎・藤石昭生・大村千之 1967: 耕洋丸におけるマグロ魚場の魚探調査. 魚群探知機による

漁業資源研究協議会報告(3), 日水資保協, 3-11.

上柳昭治・西川康夫・野々上良甫 1970: 昭和44年度調査船照洋丸報告書—東部太平洋, 西部太平洋. 水産庁調査研究部, 103 pp.

渡辺久也 1958: 西部太平洋赤道海域におけるキハダとメバチの食餌組成の相違について. 南水研報, (7), 72-81.

山中 一 1965: 俊鷹丸による魚探調査結果概報. 魚群探知機によるマグロ資源調査研究協議会資料, 日水資保協, (MS).

山中 一・黒肱善雄・森田二郎 1966: 魚群探知機による西南太平洋の調査の概要. 南水研報, (24), 115-127.

横田滝雄 1953: 日向灘, 豊後水道のイワシ類の研究. 南水研報, (2), 251 pp.

YUEN, H. S. H. 1970: Behavior of skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis*, as determined by tracking with ultrasonic devices. J. Fish. Res. Board of Canada, **27**(11), 2071-2079.

全国かつお・まぐろ研究協議会 1965: マグロ延縄漁業合理化のための魚群探知機の活用法. 水産庁, かつお・まぐろ漁船労働の省力化研究会編, 67 pp.

Plate I. Records of tunas and tunalike fishes observed by the fish finder.

- I-a Skipjack and yellowfin tuna under the natural drifting wood
09h13m, 13th Nov. 1967, 00° 50' S, 142° 50' E
- I-b The movement of tunas and tunalike fishes in the beam of fish finder when the ship kept stopping (In the shape of rocket)
17h00m, 28th Nov. 1967, 03° 50' N, 150° 16' E
- I-c Tunas indicated by the white line in the dense shallow scattering layer
18h30m, 28th Nov. 1967, 03° 30' N, 150° 16' E
- I-d The movement of tunas in the beam of fish finder when the ship kept stopping
05h30m, 28th Nov. 1967, 04° 05' N, 149° 59.5' E
- I-e Continuous records of the movement of yellowfin tuna in the beam of fish finder when the ship kept stopping
17h00m, 29th Nov. 1967, 04° 10' N, 150° 06' E
- I-f Tunas in the depth of 150 m when the ship was cruising
12h00m, 1st Dec. 1967, 04° 59' N, 146° 54' E

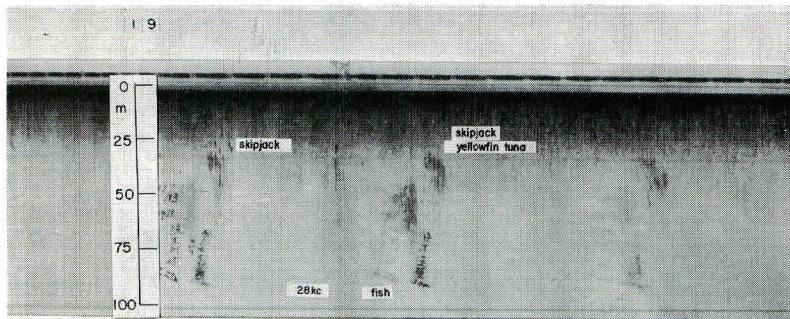


Plate I-a

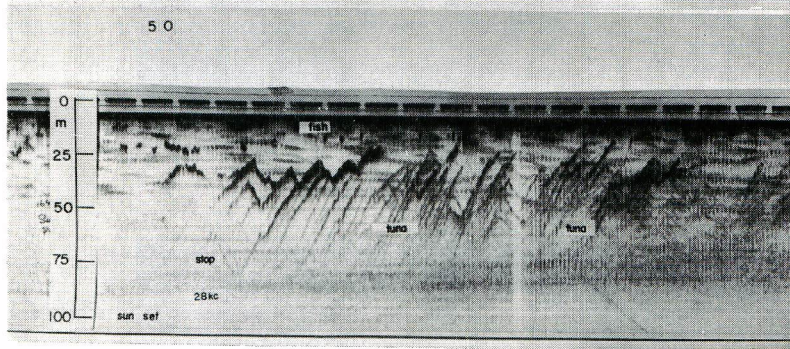


Plate I-b

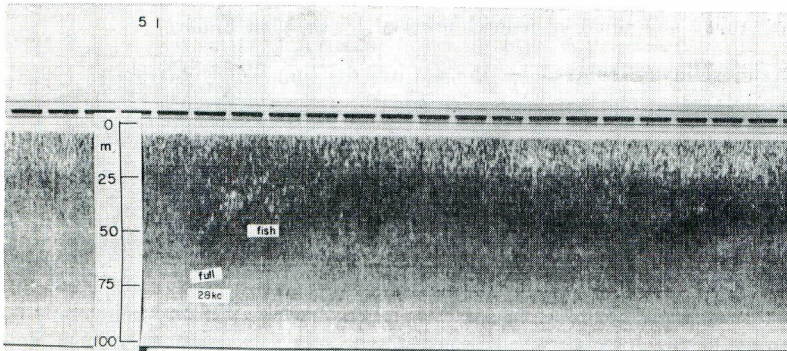


Plate I-c

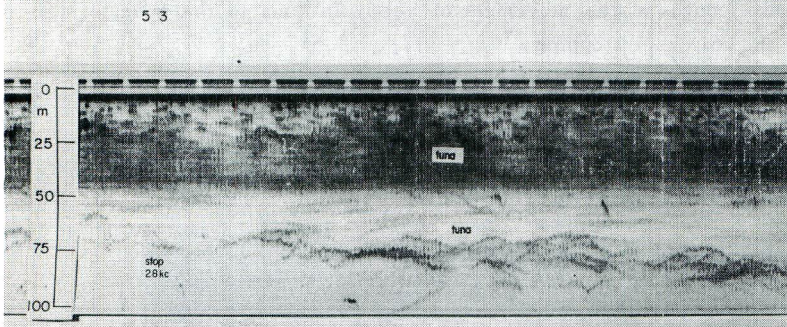


Plate I-d

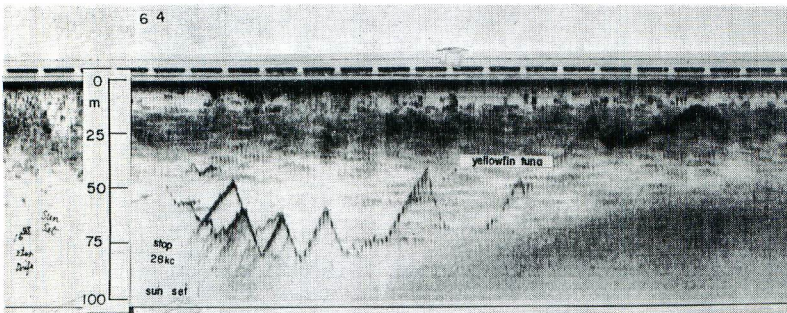


Plate I-e

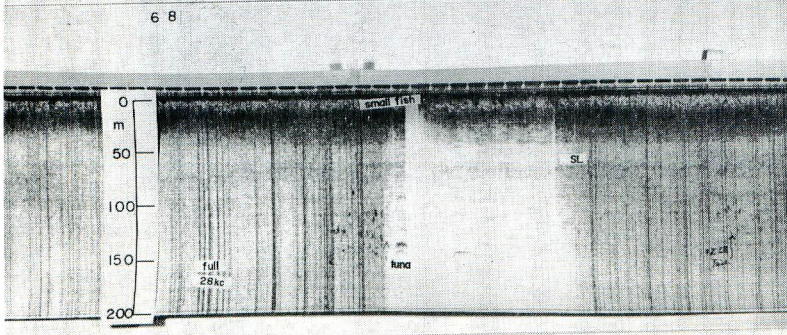


Plate I-f

Plate II. Records of tunas and longline gear observed by the fish finder.

- II-a Tunas around each basket in the research of "Nawamawari" (by 28 KHz)
07h55m, 16th Nov. 1967, 00° 19' S, 144° 20' E
- II-b Mainline and branchline of longline gear in the research of "Nawamawari" (by 200 KHz)
15h00m, 28th Nov. 1967, 03° 42' N, 150° 17' E
- II-c Tunas in the special experiment (by 28 KHz)
4th Dec. 1967, 04° 15' N, 146° 18.5' E
 - c-1 Before setting longline gear (around 04h00m)
 - c-2 1st "Nawamawari" (around 08400m)
 - c-3 2nd "Nawamawari" (around 12h00m)
 - c-4 3rd "Nawamawari" (around 16h30m)

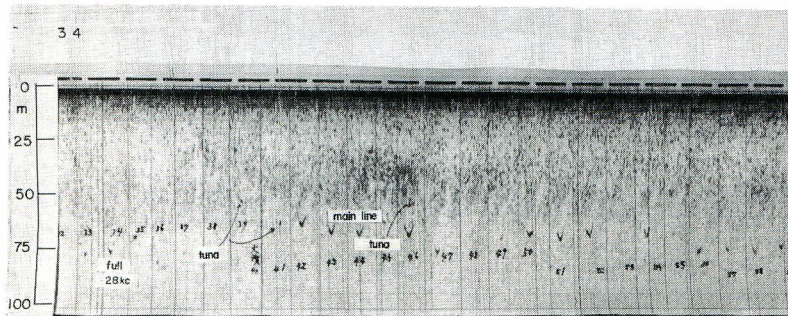


Plate II-a

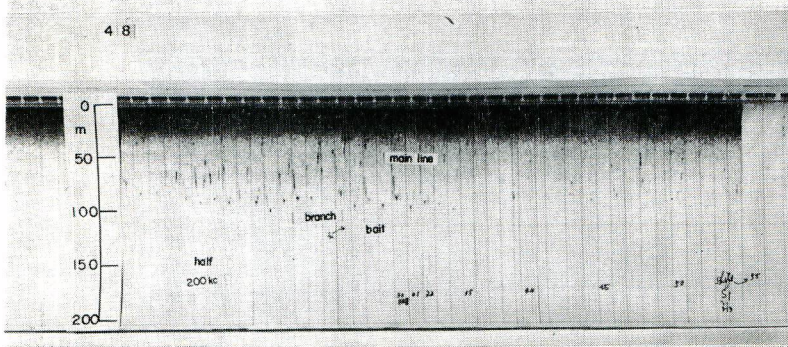


Plate II-b

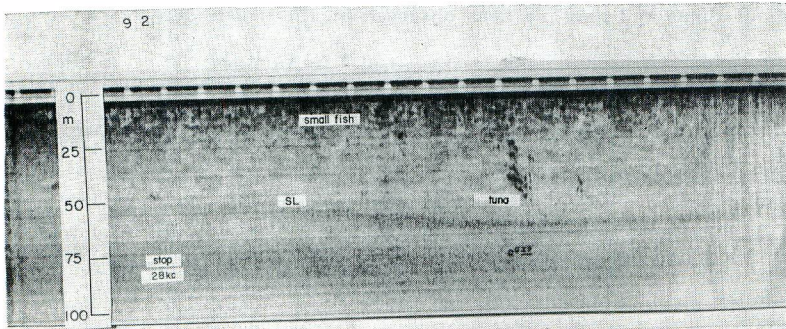


Plate II-c-1

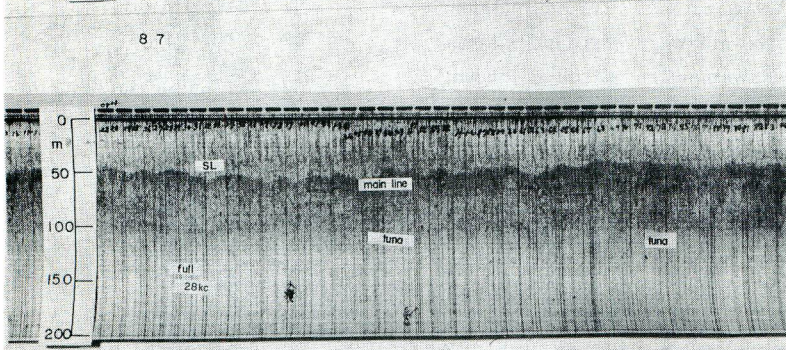


Plate II-c-2

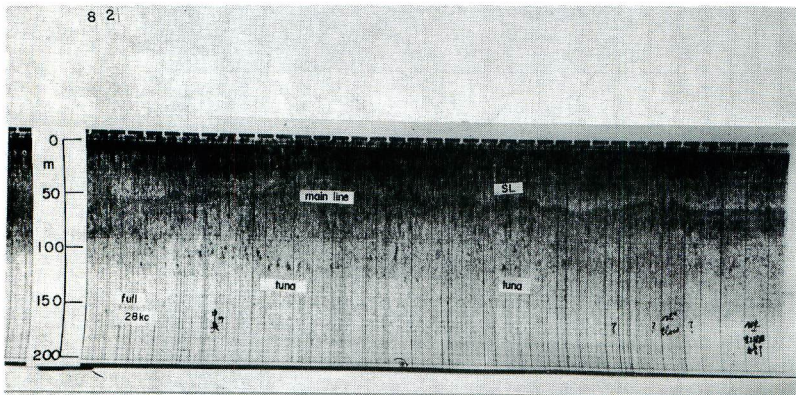


Plate II-c-3

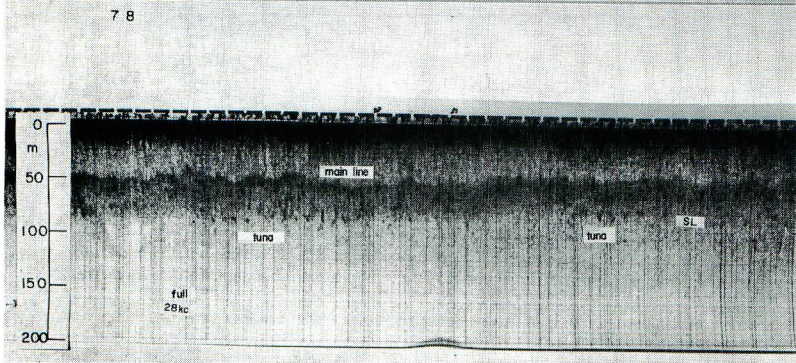


Plate II-c-4