

# 印度洋マグロ漁場における 魚群探知機による調査結果\*

藤石昭生・俵 悟・広瀬 誠

Echo-Survey of Tuna Fishing Ground in the  
Indian Ocean

By

Akio FUJISHI, Satoru TAWARA and Makoto HIROSE

The survey referred in the present report was made during the cruises of the training vessel KOYO MARU in 1967-69, covering the eastern and northern Indian Ocean.

Investigations were made with a 24kHz fish-finder and carried out as a part of the survey in the tuna fishing grounds.

The results obtained are summarized as follows:

1) The periodical diurnal change of DSL was classified into 3 types. The reflection losses of DSL measured at noon were within the ranges from 54 db to 66 db in the eastern region and 48 db to 56 db in the northern region.

Descending and ascending speeds of DSL at the sunrise or sunset were in the ranges from 2.5 m/min to 8.8 m/min in the eastern region and 3.4 m/min to 5.9 m/min in the northern region.

2) During the daytime, individual tuna traces were found in the depth layer between 150 m and 200m at 24 kHz in the both regions.

## 結 言

1968年11月から1969年1月の間農林省水産大学校練習船耕洋丸によって、北部印度洋のマグロ漁場の試験操業が行なわれた。

筆者らはB4型魚群探知機（使用周波数 24 kHz）を使用してDSLとマグロ漁場の調査を実施した。今回の調査結果と1967年に行なった東部印度洋の調査結果<sup>1)</sup>とを比較検討した結果、新たに若干の知見を得たので報告する。

---

\*水産大学校研究業績, 第581号 1969年6月30日 受理。  
Contribution from the Shimonoseki University of Fisheries, No. 581.  
Received June 30, 1969.

本文にさきだち、本研究について終始ご指導下さり、また原稿のご校閲をいただいた、東海大学西村実教授に深甚の謝意を表す。また本調査についてご協力下さった耕洋丸船長はじめ乗組員各位に厚くお礼申し上げる。

## 調査方法

魚探による調査は第1図に示す航跡に沿って行なわれ、往航時にはDSLの調査を主目的とし記録深度を0~500mとして日出没時のDSLの日周運動のパターンを求め、また正中時にはDSLの反射損失をマージンテスト法<sup>2)</sup>によって測定した。復航時には記録深度を0~250mとして250m以浅の魚群の分布状況の調査を主目的とした。

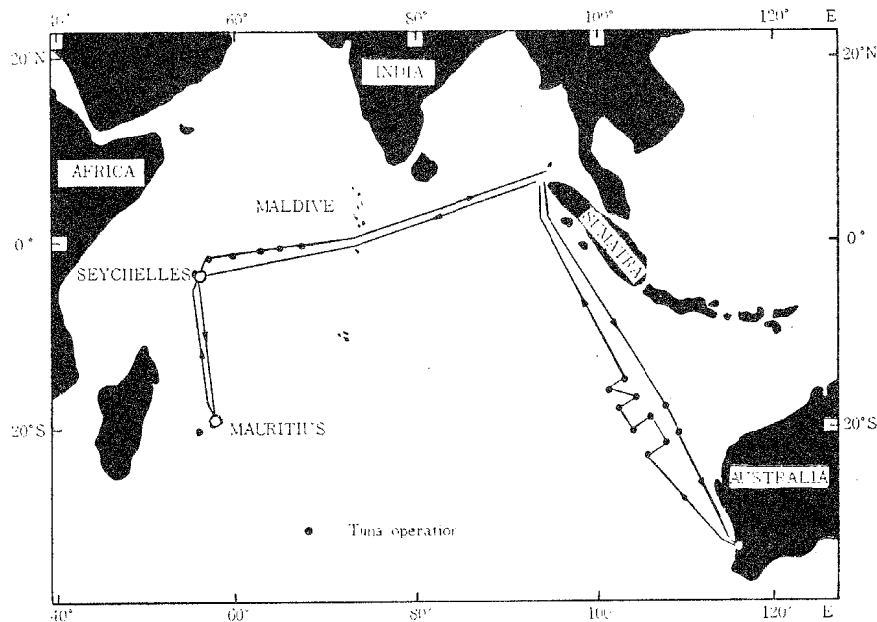


Fig. 1. Track chart of the KOYO MARU in the winters of 1967-69.

## 調査結果

### 1. DSLの日周運動

DSLの構成生物については現在までに、小型魚類、大型プランクトンの密集群であると報告されている<sup>3)4)5)</sup>。柴田<sup>5)</sup>はDSLの構成生物について微少プランクトンのみでなく「エビ類」や「沖アミ」類などの甲殻類を主体とし、それに「ハダカイワシ」「クラゲ」類などのメガロプランクトンが混在しているものであろうと推定している。筆者らはDSLの構成生物について柴田と同様の仮定を行ない、またDSLの構成生物の組成は海域によって異なるという仮定のもとに、DSLの日周運動の状態を解析した。1966年西部太平洋における調査<sup>6)</sup>はDSLを4つの型に分類したが、1967年東部印度洋<sup>1)</sup>においては次の3つの型に分類し解析したところ、海域によってDSLの日周運動のパターンが異なるという結果をえた。

a) A型 日出没時2層に分離し、下降・上昇するDSL

- b) B型 日没時に1層のみ出現し, 下降・上昇する DSL
- c) C型 日没時頃3層以上に分離し, それぞれの層の幅は狭い DSL

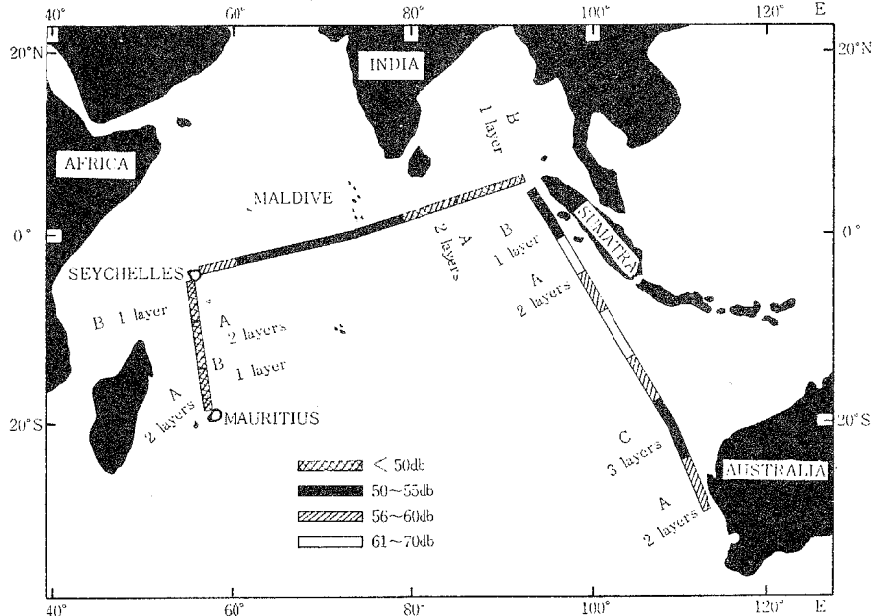


Fig. 2. Horizontal distribution of DSL observed in the eastern and northern Indian Ocean during the cruises in 1967-69.

Table 1. Ascending and descending speeds of 3 types of DSL.

Type		At sunrise			At sunset		
		Beginning of descending movement (Time before sunrise) (min)	Completion of descending movement (Time after sunrise) (min)	Mean speed (m/min)	Beginning of ascending movement (Time before sunset) (min)	Completion of ascending movement (Time after sunset) (min)	Mean speed (m/min)
Eastern region	A	-15	+28	5.6	-19	+20	7.1
	B	-16	+30	8.8	-39	+27	7.5
		-10	+30	3.1	-33	+24	4.4
C	-25	+17	2.0	-28	+34	3.8	
	-25	+36	7.0	-22	+34	6.8	
	-13	+30	2.5	-31	+38	6.3	
Northern region	A	-26	+30	4.4	-39	+20	3.5
	B	-22	+23	4.8	-47	+18	5.9
		-34	+18	3.4	-16	+35	4.8

Mean ascending speed.....mean speed during 10 minutes about the sunset.

Mean descending speed.....mean speed during 10 minutes about the sunrise.

今回の北部印度洋での調査では、上記A型およびB型が主にあらわれ、C型はあまり認められなかった。以上3つの型のDSLの水平分布を第2図に示し、またそれぞれの型の上昇・下降速度を第1表に示した。これによればDSLの上昇および下降速度は、東部印度洋では2.5~8.8 m/minの範囲に、北部印度洋では3.4~5.9 m/minの範囲にあることがわかる。北部印度洋のDSLの日周運動は東部印度洋の場合と比較して、やや緩やかである傾向がみられた。

### 2. DSLの深度（往航時）

DSLは日周運動を行なうので、時間によってその出現深度は異なる。ここでは日出時、正中時、日没時のDSLの深度を測定した。各測定時別にDSLの出現深度の頻度を第3図(A)、(B)と(C)に示した。この図はDSLの出現回数を横軸上にとったもので(A)、(B)、(C)はそれぞれ日出時、正中時、日没時の測定値からの結果である。また図中白で表示した部分は東部印度洋、黒で表示した部分は北部印度洋での測定結果を示す。これによれば、正中時におけるDSLの出現深度は120~380 mの範囲にあり、東部印度洋における場合にくらべ鉛直分布範囲は狭く、また日没時には、出現深度は北部印度洋では東部印度洋に比して深いことがみられた。

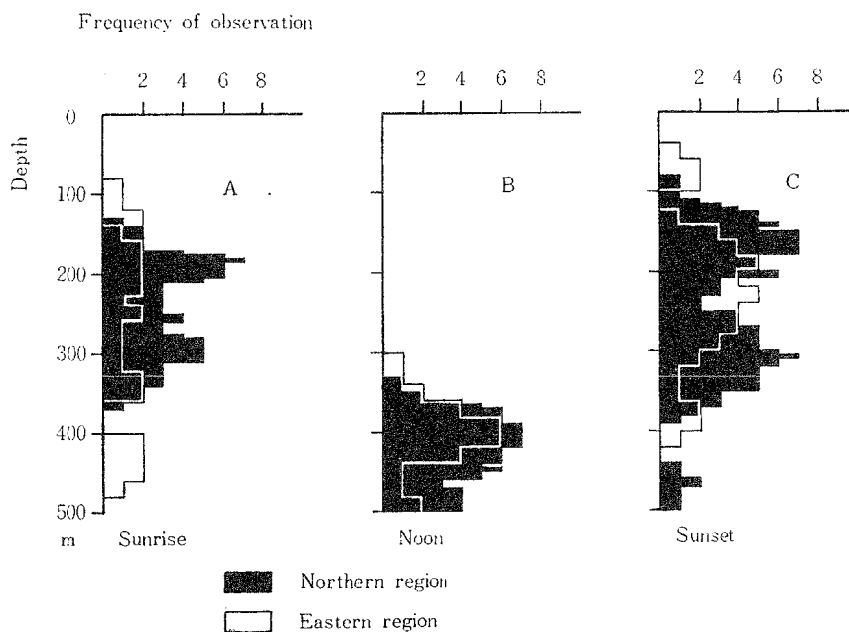


Fig. 3. Distributions of DSL at noon and at descending (sunrise) and ascending (sunset) migrations.

### 3. DSL記録の濃さ（往航時）

本調査では正中時のDSLの深度は第3図に示したように両海域ともに370~460 mに最も多く出現した。これらの深度におけるbiomass分布の指標として、DSLの反射損失をマージンテスト法<sup>2)</sup>によって測定した。その結果DSLの超音波反射損失の実測値は東部印度洋では54~66 dB、北部印度洋では48~56 dBの範囲に分布していた。記録されたDSLの濃さは、魚群探知機の動作状態における探知能力が一定であれば反射損失に対応する。いま各海域に現われたDSLの濃さを反射損失の値であらわし図式的に示したのが第2図である。

DSLの反射損失の値は超音波の周波数によって多少異なるものと思われるが、その反射損失が50 dB

以下の DSL が現われた海域は北部印度洋の  $80^{\circ}\text{E}$  以東の海域と西部印度洋の  $5^{\circ}\text{S}\sim 20^{\circ}\text{S}$  の海域であり、DSL の biomass 分布は、東部印度洋に比較して大きいことが認められた。北部印度洋では東進するにしたがって DSL の反射損失が小さくなる傾向がみられ、一般的に東部印度洋に比較して反射損失は小さかった。

#### 4. 魚群の遊泳水深 (復航時)

西村・柴田<sup>7)</sup>の方法により、魚探の記録紙上に記録された逆V字(A)型の個体魚の反射損失を実測し、その値が 25 dB より小さいものを一応マグロと推定した。今回の調査で記録されたこのような個体の数、計測海域、時間および遊泳水深などを第2表と第3表に示した。また個体の出現数を1湊航走の間における記録尾数に換算し、耕洋丸の航跡図上に示したのが第4図である。ただし、群状のエコーが現われた場合にはエコーの数を積算しなかった。第4図における個体記録数の水平分布をみると、個体記録が1湊あたり31個以上認められたのは、東部印度洋では Sumatra 南西海域 ( $2^{\circ}\text{S}\sim 8^{\circ}\text{S}$ ,  $97^{\circ}\text{E}\sim 100^{\circ}\text{E}$ )、北部印度洋では Maldive 諸島西側の赤道海域 ( $1^{\circ}\text{N}\sim 3^{\circ}\text{S}$ ,  $56^{\circ}\text{E}\sim 74^{\circ}\text{E}$ ) 付近であった。

また反射損失が 25 dB 以上の個体の遊泳水深の垂直分布をみると、個体が最も多く記録された深度は、東部印度洋では 150~200 m の範囲にあり、また調査海域の北部より南部の海域の方が遊泳深度が深くなる傾向がみられた。北部印度洋では、薄明時には個体の分布は 50~100 m の範囲に、日中には東部印度洋と同

Table 2. Records of tuna traces in the eastern Indian Ocean (1967).

Date	Time (L.M.T.)	Position	Swimming depth (m)	Number of tuna	Number of tuna per mile
Dec. 6	1750—1834	$24^{\circ}-10' \text{S } 107^{\circ}-30' \text{E}$	120—255	26	10
	1629—1752	$22^{\circ}-20' \text{S } 106^{\circ}-27' \text{E}$	185—250	9	2
7	1818—1858	$22^{\circ}-00' \text{S } 106^{\circ}-53' \text{E}$	150—225	38	4
	1717—1807	$20^{\circ}-35' \text{S } 107^{\circ}-28' \text{E}$	160—250	68	6
8	1740—1841	$19^{\circ}-30' \text{S } 105^{\circ}-58' \text{E}$	125—235	58	4
9	1535—1608	$20^{\circ}-14' \text{S } 104^{\circ}-57' \text{E}$	130—250	187	31
	1652—1814	$19^{\circ}-51' \text{S } 104^{\circ}-46' \text{E}$	125—270	37	2
10	1618	$18^{\circ}-07' \text{S } 104^{\circ}-58' \text{E}$	170	1	1
11	1658—1730	$17^{\circ}-07' \text{S } 104^{\circ}-38' \text{E}$	190—245	23	3
	1756—1834	$17^{\circ}-05' \text{S } 104^{\circ}-25' \text{E}$	150—225	27	2
12	1354—1410	$16^{\circ}-47' \text{S } 102^{\circ}-29' \text{E}$	200—270	210	63
	1727—1807	$14^{\circ}-45' \text{S } 103^{\circ}-43' \text{E}$	160—240	21	3
13	0643—0702	$12^{\circ}-08' \text{S } 102^{\circ}-24' \text{E}$	70—175	20	5
14	0555—0617	$07^{\circ}-26' \text{S } 100^{\circ}-10' \text{E}$	120—200	55	13
	0756—0801	$07^{\circ}-04' \text{S } 99^{\circ}-50' \text{E}$	60—75	18	15
15	0825—0831	$07^{\circ}-00' \text{S } 99^{\circ}-45' \text{E}$	175—210	8	6
	0913—0922	$06^{\circ}-38' \text{S } 99^{\circ}-39' \text{E}$	60—100	35	18
16	0935—0947	$06^{\circ}-36' \text{S } 99^{\circ}-37' \text{E}$	75—210	42	15
	1450—1455	$05^{\circ}-45' \text{S } 99^{\circ}-08' \text{E}$	100—150	12	12
17	0602—0702	$02^{\circ}-28' \text{S } 97^{\circ}-41' \text{E}$	90—200	143	11
	0835—0858	$02^{\circ}-03' \text{S } 96^{\circ}-25' \text{E}$	150—230	26	5
18	1138—1152	$03^{\circ}-55' \text{N } 94^{\circ}-10' \text{E}$	195—245	110	36
	1750—1803	$05^{\circ}-13' \text{N } 94^{\circ}-57' \text{E}$	110—195	6	2

Table 3. Records of tuna traces in the northern Indian Ocean (Dec., 1968—Jan., 69).

Date	Time (L.M.T.)	Position	Swimming depth (m)	Number of tuna	Number of tuna per mile	
Dec. 17	1430—1441	14°—45' S 56°—54' E	180—250	12	5	
	1529—1538	14 —59 S 56 —55 E	180—250	20	8	
	1603—1610	15 —06 S 56 —55 E	180—250	21	7	
	1709—1848	14 —40 S 56 —52 E	85—245	46 & 3 shoals	5 & a shoal	
18	0806—0836	11 —10 S 56 —30 E	75—120	13 & 2 shoals	2 & a shoal	
	1015—1019	10 —50 S 56 —25 E	80—100	10 & a shoal	10 & a shoal	
	1226—1241	10 —33 S 56 —21 E	80—175	50 & a shoal	18 & a shoal	
	1530—1559	09 —51 S 56 —20 E	225—250	15	2	
Jan. 2	1618—1829	09 —35 S 56 —18 E	120—175	16 & 8 shoals	1 & a shoal	
	0539—0544	01 —38 S 60 —06 E	45— 80	36	76	
	3 0515—0521	01 —21 S 61 —53 E	49— 85	45	73	
	5	0534—0608	00 —15 S 67 —05 E	95—185	62 & a shoal	41 & a shoal
		1619—1644	00 —07 N 68 —35 E	155—240	37 & a shoal	7 & a shoal
		1711—1803	00 —10 N 68 —58 E	60—170	48	5
	6	0525—0823	01 —05 N 71 —45 E	50—250	5 shoals	a shoal
		0827—1107	01 —20 N 72 —28 E	140—250	30 & a shoal	2 & a shoal
		1247—1255	01 —22 N 72 —41 E	200—260	30 & a shoal	21 & a shoal
		1516—1608	01 —32 N 73 —17 E	60—220	45 & 2 shoals	4 & a shoal
		1628—1816	01 —38 N 73 —35 E	40—210	36 & 4 shoals	2 & a shoal
	7	0605—0625	02 —10 N 76 —27 E	145—190	16 & a shoal	3 & a shoal
		0836—0844	02 —18 N 76 —48 E	160—260	12	1
		1615—1642	02 —36 N 78 —30 E	75—225	13	2
		1705—1750	02 —40 N 78 —50 E	40—190	39 & 2 shoals	4 & a shoal
	8	0623—0625	03 —15 N 80 —50 E	70— 90	4	9
		1751—1753	03 —30 N 83 —40 E	105—115	4	9
	9	0556—0603	04 —05 N 86 —35 E	100—110	5	4
		1051—1104	04 —14 N 87 —30 E	120—250	8 & a shoal	4 & a shoal
1353—1409		04 —21 N 87 —59 E	75—250	4 & a shoal	2 & a shoal	
1440—1455		04 —28 N 88 —10 E	200—240	13 & a shoal	5 & a shoal	
1704—1715		04 —44 N 88 —35 E	145—175	11 & a shoal	4 & a shoal	

様に 150~200 m の範囲にあった。とくに北部印度の西側では、薄明時に DSL の上昇・下降に伴なって上昇・下降するマグロ個体の密集群の記録が多くみられた。このような記録は、山中・黒肱・森田<sup>8)</sup>および加藤・谷口<sup>9)</sup>の報告にもみられる。本調査では北部印度洋の Maldive 諸島西側の赤道海域にマグロの群体が多く記録されたが、ここでは群の記録の解析は行なわなかった。

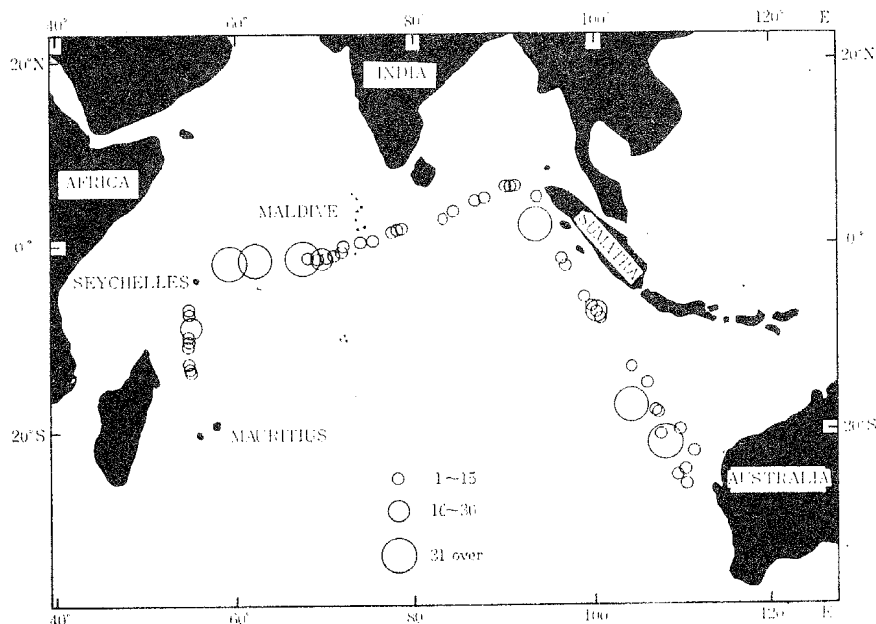


Fig. 4. Distribution of counted number of tuna per 1 mile from echo-sounder records.

## 考 察

魚探による漁場情報を得るための調査を実施するにあたり、柴田<sup>5)10)</sup>はマグロ類の魚群密度およびDSLの生態について細かい観察を行なった調査結果にもとづき、マグロ漁獲の指標としてDSLの形状特性を調査する必要があると報告している。筆者らは前報までに、あらわれたDSLの記録の解析を行ない、西部太平洋ではこのDSLを4つの型に東部印度洋では3つの型に分類して解析したが、DSLは海域によって異なる型態を示した。このような現象がおこったのはDSLの構成生物がそれぞれの海域の水塊と何らかの関係があるからではないかと推定される。

最近、漁業資源研究の一環として、魚群よりの超音波情報をコンピューターを用いて解析し、魚群量を計数表示する方法が開発されている<sup>11)12)</sup>。この方法を実用化するためには、魚群およびDSLなどの深さ、その反射損失などに関する基礎的データが数多く要求されるが、本報告はこれらの研究に必要な情報を提供するものと考えられる。

DSLの構成生物がマグロの二次的索餌対象であり、またDSLがマグロ延縄の漁獲量の指標として重要である。今後も引き続きDSLの形状特性について検討するが、とくにDSLを構成する生物の採集を行なうとともにマグロの食性の調査を行ない、DSLの総合的な考察を行なう予定である。

## 要 約

今回の解析結果を要約すればつぎのとおりである。

- 1) 正中時におけるDSLの反射損失は、北部印度洋では48~56 dB、東部印度洋では54~66 dBであった。

- 2) DSL の日周運動のパターンは海域によって異なる。しかしながら正中時における DSL の分布深度は 370~460 m に最も多く出現し、海域によって著るしい差異は認められなかった。
- 3) マグロの個体記録は一般的に 150 m 以深の深層に存在し、たとえば昼間の記録を解析した結果では、北部印度洋および東部印度洋のいずれの海域でも、個体の記録は水深 150~200 m の範囲に最も多く出現した(記録レンジが 0~250 m の場合)。

## 文 献

- 1) 俵 悟・藤石昭生, 1968: 耕洋丸の魚群探知機による東部印度洋マグロ漁場調査. 日本水産資源保護協会, 魚群探知機による漁業資源研究協議会報告. (4), 5-9.
- 2) 実吉純一・菊池喜充・能本乙彦, 1965: 超音波技術便覧. 629. 日刊工業新聞社. (東京).
- 3) BARY, B.M., 1966: Back scattering at 12 kc/s in relation to biomass and numbers of zooplanktonic organisms in Saanich Inlet, British Columbia. *Deep Sea Res.*, **13** (4), 655-666.
- 4) 鈴木恒由・伊藤 準, 1967: 北西部太平洋水域における DSL について(I). 垂直移動・水中照度およびプランクトン量などについて. 日水誌. **33**(4), 325-337.
- 5) 柴田恵司, 1963: 魚群探知機に現われた記録解析の試み—IV. DSL とマグロ類の食物環境について(I). 長大水研報, (15), 59-81.
- 6) 俵 悟・桜井五郎・藤石昭生・大村千之, 1967: 魚群探知機による西部太平洋マグロ漁場における漁場調査について(I). 超音波散乱層とマグロ魚群の記録について. 本報, **16**(2, 3), 21-30.
- 7) NISHIMURA, M and K. SHIBATA, 1966: Echo-Survey of Tuna Fishing Ground. *La Mer*, **4** (3), 155-168.
- 8) 山中 一・黒肱善雄・森田三郎, 1966: 魚群探知機による西南太平洋の調査の概要. 南海区水研報, (24), 115-127.
- 9) 加藤増夫・谷口広一, 1966: 南方漁場における二, 三の魚探記録について. マグロ資源研究協議会報告. 119-120.
- 10) 柴田恵司, 1965: 魚群探知機に現われた記録解析の試み—VI. 生物調査の応用について. 長大水研報(19), 37-46.
- 11) 石井丈夫, 1969: 生物資源研究への魚群探知機の利用について—I. 大型単体判別計数の考え方. 日本農学大会水産部会(日本水産学会年会)予稿.
- 12) ———, 1969: 生物資源研究への魚群探知機の利用について—II. 大型単体自動判別装置. 日本農学大会水産部会(日本水産学会年会)予稿.