

TUMSAT-OACIS Repository - Tokyo

University of Marine Science and Technology

(東京海洋大学)

第一部 海鷹丸航海調査報告 平成16年度(2004年度)
第15次航海報告

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2008-04-15 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	https://oacis.repo.nii.ac.jp/records/277

4.6.2.1 インド洋中央漁場におけるマグロ延縄操業報告
Report of tuna long-line and oceanographic environment at the center
of Indian Ocean.

宮城 由紀・林 敏史・浜田浩明・川田悠子

東京海洋大学海洋科学部練習船（〒108-8477 東京都港区港南 4-5-7）

Yuki MIYAGI, Toshifumi HAYASHI, Hiroaki HAMADA and Yuko KAWATA

Department of Training ship Faculty of Marine Science, Tokyo University of Marine Science and
Technology (4-5-7 Konan, Minato-ku, Tokyo 108-8477, Japan)

1. はじめに

海鷹丸の遠洋航海となった第15次航海のうち、2004年12月4日から12月10日の7日間にかけて、インドネシアからモーリシャス間のインド洋中央部赤道付近海域（Fig.1）においてマグロ延縄実習及びCTDによる海洋観測を実施した。

マグロ操業での漁獲と延縄漁具の設置水深、餌の索餌状況、魚群探知機及び海洋観測から漁場環境について比較検討を試みた。

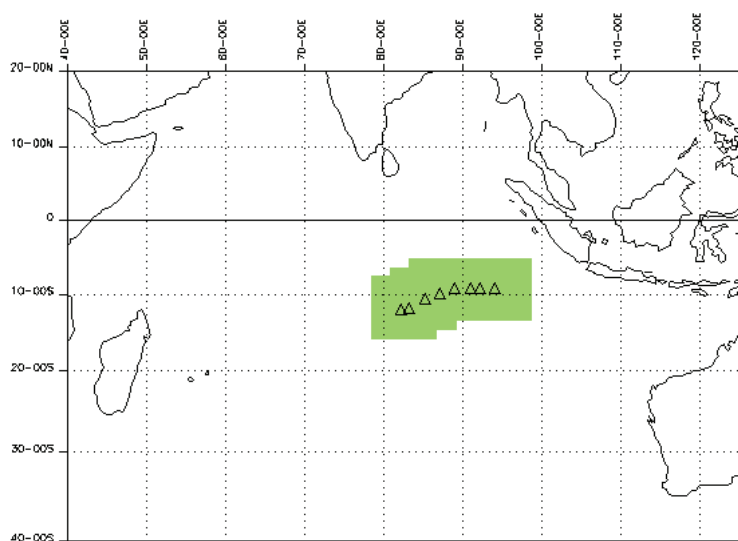


Fig.1 Fishing area and observation point

2. 操業及び海洋観測の方法

延縄漁具の構成は、1鉢に280mの幹縄を2本つなぎ、33mの枝縄を12本つける深縄（12本付×75鉢）（Fig.2）を行ない、深度計を25鉢目にとりつけた。漁獲物の揚収にはマグロキャッチャー（Photo.1）を導入し、傷つき防止及び漁労作業上安全の向上を図った。

CTD観測は、投縄、揚縄終了直後に行ない、水温、溶存酸素量、塩分濃度、クロロフィル溶存量、透明度の計5種類の測定を行なった。また、潮流は本船に設置されている潮流

計 (FURUNO CI-35H) を使用し、水深 10、75、150m について、投縄時と揚縄時においてそれぞれ初期、中期、後期の 3 回毎に各層を計測した。なお、初期は 1 鉢目、中期は投縄数の半数 (37 鉢目)、後期は大ボンデンの投縄時および揚縄時とした。

計量魚群探知機 (KAIJO KFC-3000) は、38kHz の周波数で水深ごとのマグロ及び魚群の反応数量の計測し、実際の漁獲量の比較をした。

漁獲物は、全長、体重、体高、体幅、生殖腺重量、体温を測定し、胃内容物を同定した。

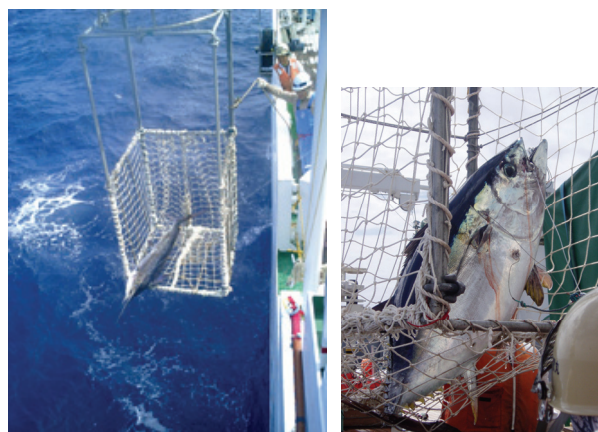
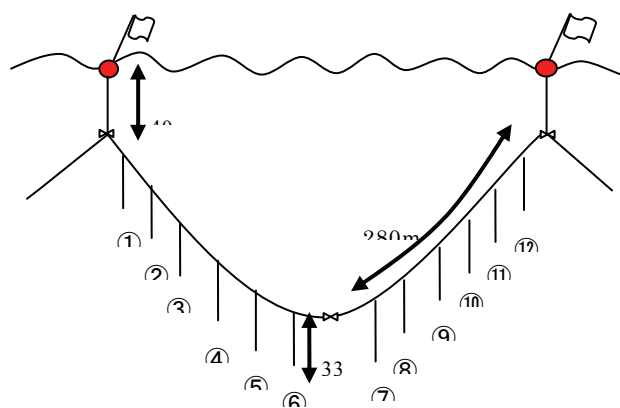


Fig.2 Longline fishing gear construction

Photo. 2 Tuna catcher

3. 操業時の気象・海象

操業期間中 (12 月 4 日~10 日) は、8 日曇り (c) 以外、半晴であった。有義波高は 1.5 ~2.2m であり安定した海況であった。最高気温は 29.5℃、最低気温は 25.1℃、平均気温は 27.3℃であり、最高水温は 28.4℃で、最低水温は 27.5℃、平均水温は 27.9℃であった。

表層の平均流速は 0.5knot で、最大流速は 3.2knot、最小流速は 0.1knot であった。

4. 漁獲物

4.1 マグロ延縄による漁獲物

今回の操業によりキハダマグロ、メバチマグロ、ビンチョウマグロ、メカジキ、シイラ、その他 (エチオピア、サワラ、ヒメジロマンザイウオ、シロスジマンザイウオ、マンザイウオ、サメ類、エイ類、ミズウオなど) の漁獲であり、マグロ類は 7 日間で 28 尾の漁獲であった。

マグロでは、キハダマグロは8尾で最大のものは49kg、他は24~48kgであり、ほぼ生きて漁獲 (Table 2) された。メバチマグロは、14尾漁獲され最大のものは86kg、他は20~76kgであった。ビンチョウマグロは、6尾漁獲され最大のものは24kg、他は21~23.5kgであり、1尾を除いて、死んでいる状態 (Table 3) で漁獲された。

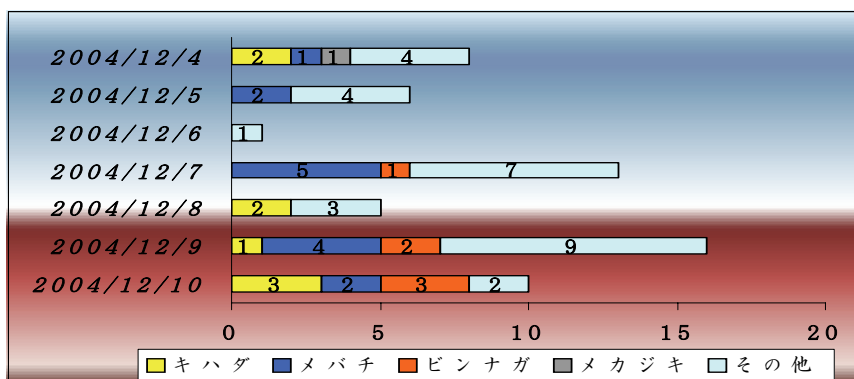


Fig. 3 Result of Catch by species

Table 2 Result of length and weight of tuna

	メバチ		キハダ		ビンチョウ	
	体重 (kg)	体長 (cm)	体重 (kg)	体長 (cm)	体重 (kg)	体長 (cm)
	56	140	48	140	24	110
	54	140	49	145	21	110
	23	110	31	120	22	103
	31	115	24	108	21	111
	33	120	34	127	22	105
	23	105	43	133	23.5	107
	20	100	41	135		
	40.5	125				
	27	98				
	76	155				
	39	120				
	47	135				
	25	102				
	86	165				
	24	110				
平均値	40.3	122.7	38.6	129.7	22.3	107.7
標準偏差	20.1	20.4	9.3	12.6	1.3	3.2

Table 3 List of life and death by species at taking lines

	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
キハダ	活			2					2					1			1
	死			1			1										
メバチ	活			1	1	2		1	3		1				2		
	死		1				1	1									
ビンナガ	活							1									
	死	1			2			1		1							
マカジキ	活																
	死						1										
その他	活								1					1			
	死					1											
合計	活			3	1	2		2	6		1			1	2		1
	死	1		1	1	2	1	3	2		1			1			

体温については、Fig. 6. 1. 4-1-4 に示したように、生きて漁獲された方が高かった。

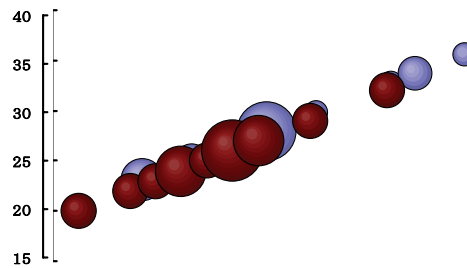


Fig. 4 Temperature of tuna (blue : Live tuna, Brown : Death tuna)

また、マグロ類、メカジキには寄生虫が着いている固体も発見された。(Photo. 3)



Photo. 3 Parasite of spearfish and of Tuna stomach and gills

胃内容物は、Table. 5 に示すように、餌サバ、イカ類、エビ類、オキアミなどであった。また2つのサンプルには魚網が胃に入っていた。



Photo. 4 feed in Stomach (fry and shrimp)

Table 4 List of examine the contents of stomach

12月4日		
キハダ	活	イカ・サバ
キハダ	死	サバ・イカ・エビ
12月5日		
メバチマグロ	生	ハダカイワシ(2)イカ
メバチマグロ	生	イカ
12月7日		
メバチマグロ	生	寄生虫・餌イワシ・イカ
ピンチョウ	死	餌イワシ・イカ・エビ
メバチマグロ	死	ハダカイワシ・イカ
メバチマグロ	生	イカ(3)・餌イワシ・エビ
メバチマグロ	死	イカ・エビ
12月8日		
キハダ	死	小魚(3)・イカ(2)
キハダ	活	小魚(5)・イカ(1)
12月9日		
ピンナガ	死	小魚(3)・イカ(1)・オキアミ(5)・餌イワシ(1)
ピンナガ	活	オキアミ(約30)
キハダ	活	小魚(1)・イカ(1)・オキアミ(4)・餌イワシ(1)
メバチ	活	餌イワシ
メバチ	活	餌イワシ・イカ
メバチ	生	イカ、エビ、小魚
メバチ	生	イカ×6、小魚×5
12月10日		
ピンナガ	死	餌、アミ、イカ
ピンナガ	死	餌
ピンナガ	死	餌、アミ、イカ、魚
キハダ	活	餌、イカ
キハダ	活	イカ×4、平アジ×2
メバチ	活	魚、いか
メバチ	活	餌、イカ、アミ、裸イワシ×3

他には、メカジキ 1 尾、シイラ 1 尾、エチオピア 6 尾、サワラ 5 尾、ミズウオ 11 尾、エイ類 2 尾、ヒメジロマンザイウオ 1 尾、シロスジマンザイウオ 1 尾、マンザイウオ 1 尾、サメ類 1 尾が漁獲された。

4.2 表層ネットの採集物

延縄作業中の投縄終了後、毎日、漁場の漂流物の採集を目的とした表層ネット（ニューストーンネット）を曳網した。その結果を Table 5 に示す。全体を通してビニールやプラスチックなどのゴミが多かったが、毎回、プランクトンやエビ、稚魚、クラゲなどの生物も採集された。また、マグロの漁獲が一番多かった 6 日目と 7 日目の表層ネットのサンプルを見ると、プランクトンなどの生物が多数採れていた。

Table 5 Result of catch by newston net at surface

	プランクトン	稚魚	クラゲ	エビ	天然ゴミ	人口ゴミ	その他
12月4日		2		1	多数	59	
12月5日	4	1			15	8	
12月6日	多数		多数	1	多数	3	
12月7日	1		1		13	2	
12月8日	20		1			6	3
12月9日	多数					7	
12月10日			10		10	1	

5. 餌位置の状況

5.1 餌の状態

揚縄時の野帳より枝縄の状態をまとめた結果を Table 6 に示した。7 回の作業を平均すると総針数は 890 針であった。その結果をもとに、今回実施したマグロ延縄による作業試験の釣獲率（単位％）を算出した。（Table 6）なお、総釣針数は作業で使用された針数とし、釣獲針数を総釣針数で割ったものを釣獲率とした。

$$\text{釣獲率（％）} = (\text{釣獲針数} / \text{総釣針数}) \times 100$$

使用した餌の種類は 1 日目がサバ 11 ケースとイワシ 6 ケース、2、3、4 日目がイワシ、5 日目が 33 鉢までイカを使用し、イワシを 34 鉢以降、6、7 日目がイワシだった。

釣獲率を見ると、イワシを使用した 2 回目で 4.6％、7 回目の作業で 4.2％といずれも 4％以上と高い釣獲率であることがわかる。

漁 3 日目の釣獲率が 0.3%と低い理由として考えられることは、揚縄時にイルカ（ゴンドウクジラ）が出現しており、エサが獲られ、マグロが追われたか、最初から居なかったと考えられる。

	1	2	3	4	5	6	7
生	5	5	1	6	8	9	11
死	4	5	1	8	2	2	4
サメ食い	0	1	1	1	2	0	0
逃げ	1	0	0	1	0	0	0
何もなし	1	1	0	1	8	3	1
その他	19	29	0	0	8	2	21
餌有り	147	22	13	45	243	65	79
餌無し	713	827	884	828	619	799	774
総針数	890	890	900	890	890	880	890

Table 7 Rate of catch by station

	1	2	3	4	5	6	7	合計
釣獲針数	30	41	3	17	28	16	37	172
餌有り	147	22	13	45	243	65	79	614
餌無し	713	827	884	828	619	799	774	5444
総針数	890	890	900	890	890	880	890	6230
釣獲率 (%)	3.4	4.6	0.3	1.9	3.1	1.8	4.2	2.7

また、釣獲率と同様に、揚縄野帳より残餌率を算出した。

$$\text{残餌率 (\%)} = (\text{餌有り} / \text{総釣針数}) \times 100$$

残餌率が最も高かったのは、5 日目の 27.3%であり、使用した餌がイカで、餌持ちが良かったことが原因だと考えられる。イワシを使用した場合の残餌率が低い理由として、イワシは餌持ちが悪く、揚縄時に海水中で餌が落ちたとも推測される。

Table 8 Rate of remain feed

	1	2	3	4	5	6	7
餌有り	147	22	13	45	243	65	79
餌無し	713	827	884	828	619	799	774
その他	30	41	3	17	28	16	37
総針数	890	890	900	890	890	880	890
残餌率 (%)	16.5	2.5	1.4	5.1	27.3	7.4	8.9

5.2 中立ブイを使用した深度データ

深度計および中立ブイを用い、餌位置の水深 (Fig. 6) を計測した。12月4日 (1日目) の37 鉢目の各枝縄の深度遷移 (Fig. 7) と、中立ブイの深度計および枝縄先端の深度計 (Fig. 8) の結果と理論式との比較を試みた。幹縄の懸垂曲線 (Centenary 曲線) から求めた式 (吉原の式) を用い、短縮率による枝縄結着点の深さの表を元にした福地・横田の近似式をから、水深を算出した。以下に吉原の式を示す。また短縮率は、[縄の実際の距離] ÷ [延縄の全長] とした。

$$D = ha + hb + l \left(\sqrt{1 + \cot^2 \phi_0} - \sqrt{1 - 2j/n^2 + \cot^2 \phi_0} \right)$$

D: 設定水深、ha: 枝縄長さ、hb: 浮縄長さ、l: 幹縄長さ、 ϕ_0 : 幹縄入水角度、

j: 1 鉢の針番号 (1~12)、n: 1 鉢の幹縄形成の本数

この吉原の式に「短縮率による枝縄結着点の深さ」の表からの値を代入して近似式を導き出した。

1 鉢 12 本枝縄のときの最深 (6, 7 番) の深度

$$D = 33 + 40 + (280 * 2 / 350) \times (-9665.4k^6 + 32999k^5 - 46288k^4 + 33910k^3 - 13879k^2 + 2911.3k + 52.533) \dots \text{福地・横田の近似式}$$

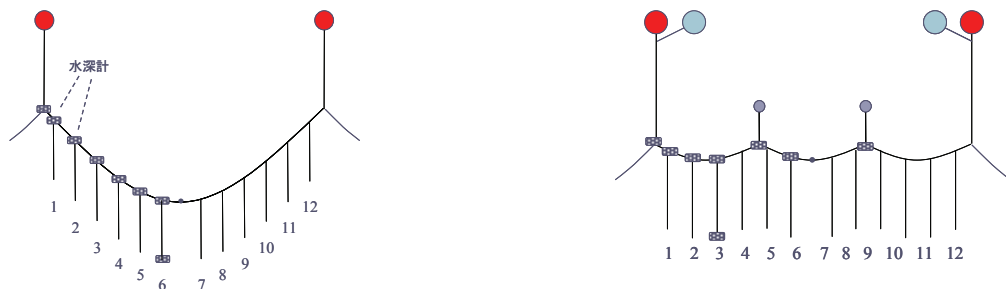


Fig. 6 Setting point of depth meter Fig. 7 Setting point of depth meter by buoy

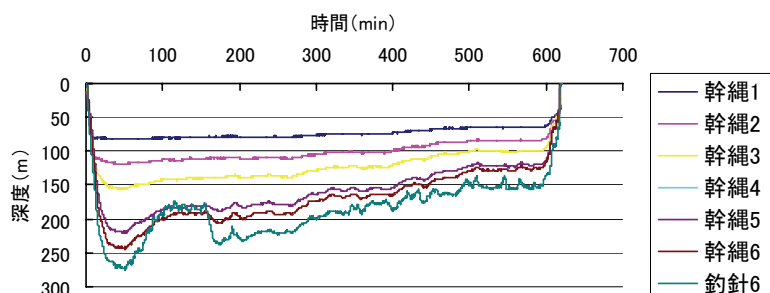


Fig. 8 Changing setting depth by fishing

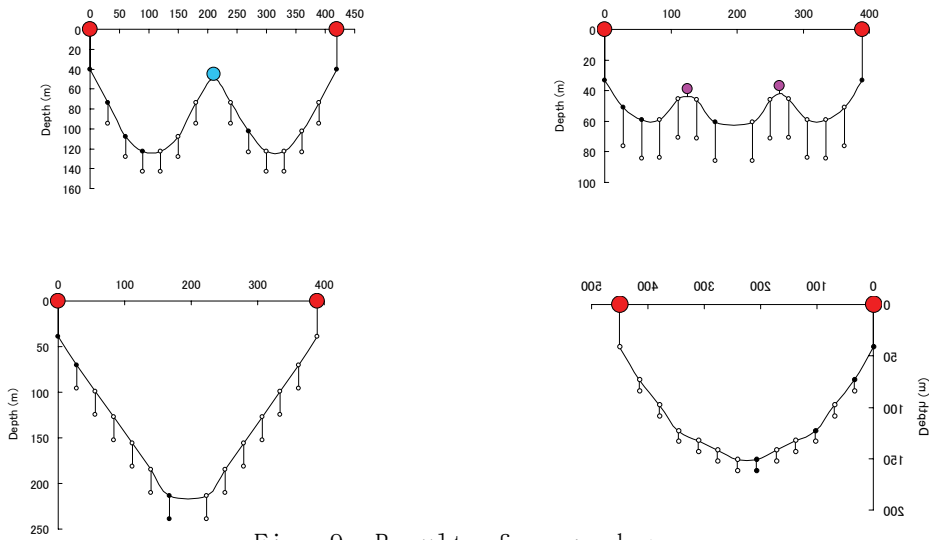


Fig. 9 Result of gear shape

Table 9 Rate of expansion and contraction of long-line

	入った縄全長 (NM)	入った縄全長 (m)	実際の長さ (m)	短縮率
1日目	16.8	31113.6	42000	0.741
2日目	16.7	30928.4	42000	0.736
3日目	20.3	37595.6	42000	0.895
4日目	18.6	34447.2	42000	0.820
5日目	16.7	30928.4	42000	0.736
6日目	19.3	35743.6	42000	0.851
7日目	18.2	33706.4	42000	0.803

これより中立ブイを設置することにより、狙った層に餌を設置することができるが、潮流等による外力の影響は考慮していない。

また、マグロがかかった枝縄を見てみると、12本中5番目、7番目が多かった。さらに、マグロがかかった水深は105~242m、塩分濃度 34.59~35.1psu、水温 12.32~27.38℃の範囲で漁獲された。

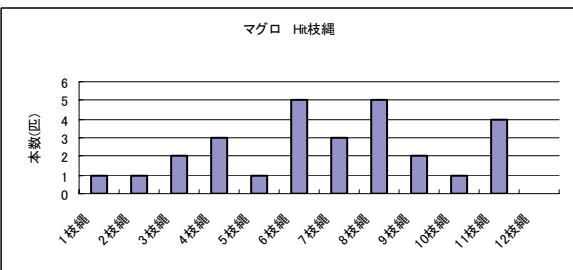


Fig. 10 Branch line number of catch

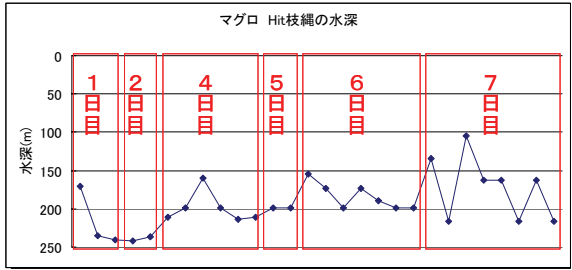


Fig. 11 Depth of catch by depth meter

No.1-No.12

Table 10 Condition of Long-line fishing point

日付	SMT	lat.	long.	A. T.	W. T.	CTD depth	depth	
1日	投入	6:34	9 14.0800S	92 48.0916E	26.4℃	28.2℃	1600m	5227.7m
	終了	7:14	9 13.9879S	92 48.0581E	25.1℃	28.2℃	〃	5240.3m
5日	投入	6:41	9 07.8466S	91 02.0129E	27.1℃	28.1℃	〃	4300m
	終了	7:19	9 07.6486S	91 01.9865E	26.3℃	28.1℃	〃	3350m
3日	投入	6:49	9 12.3692S	89 11.2094E	26.9℃	27.5℃	〃	3875m
	終了	7:16	9 12.2943S	89 11.1947E	27.1℃	27.5℃	〃	3901m
7日	投入	6:35	9 52.2853S	87 21.6218E	26.8℃	27.6℃	〃	4975.4m
	終了	7:14	9 52.1077S	87 21.5790E	27.1℃	27.6℃	〃	4958m
3日	投入	11:35	10 31.7201S	85 19.4394E	28.6℃	27.9℃	〃	5039m
	終了	12:01	10 31.6190S	85 19.3186E	27.9℃	27.9℃	〃	4840m
9日	投入	6:26	11 50.3492S	83 26.8085E	26.4℃	28.2℃	〃	4185m
	終了	7:07	11 50.2707S	83 26.7607E	27.1℃	28.2℃	〃	4417m
0日	投入	6:12	12 05.8380S	82 18.2515E	26.4℃	28.1℃	〃	
	終了	6:46	12 05.7952S	82 18.2069E	26.4℃	28.0℃	〃	

6. CTD 調査による漁場海洋環境と漁獲との比較

CTD の計測結果から、水温、溶存酸素量、塩分濃度の鉛直断面図及び T-S ダイアグラムを作成した。

まず、水温は操業 3 日目と 7 日目ではあまり変化は見られなく、7 日目は 0~100m の水深で水温が高温であった。塩分は、他の操業日に比べ、著しく 3 日目の塩分が低く、7 日目の塩分が高かった。クロロフィルは、それほど大差はないが、7 日目のクロロフィルの濃度が高かった。密度は 3 日目と 7 日目、両日とも密度は低かった。

溶存酸素は 3 日目と 7 日目に大差はなく両日とも溶存酸素が高かった。

T-S ダイアグラムからは、漁獲量の多かった 6、7 日目が、他の操業日と比較し 15~25℃付近の塩分濃度が高かった。

これらの結果から、今回操業を行なった海域は、水温 24~25℃付近にクロロフィルが多く存在していることから、生物層が豊かな海域と考えられ、そこにマグロなどの高次消費者が集まったと示唆される。

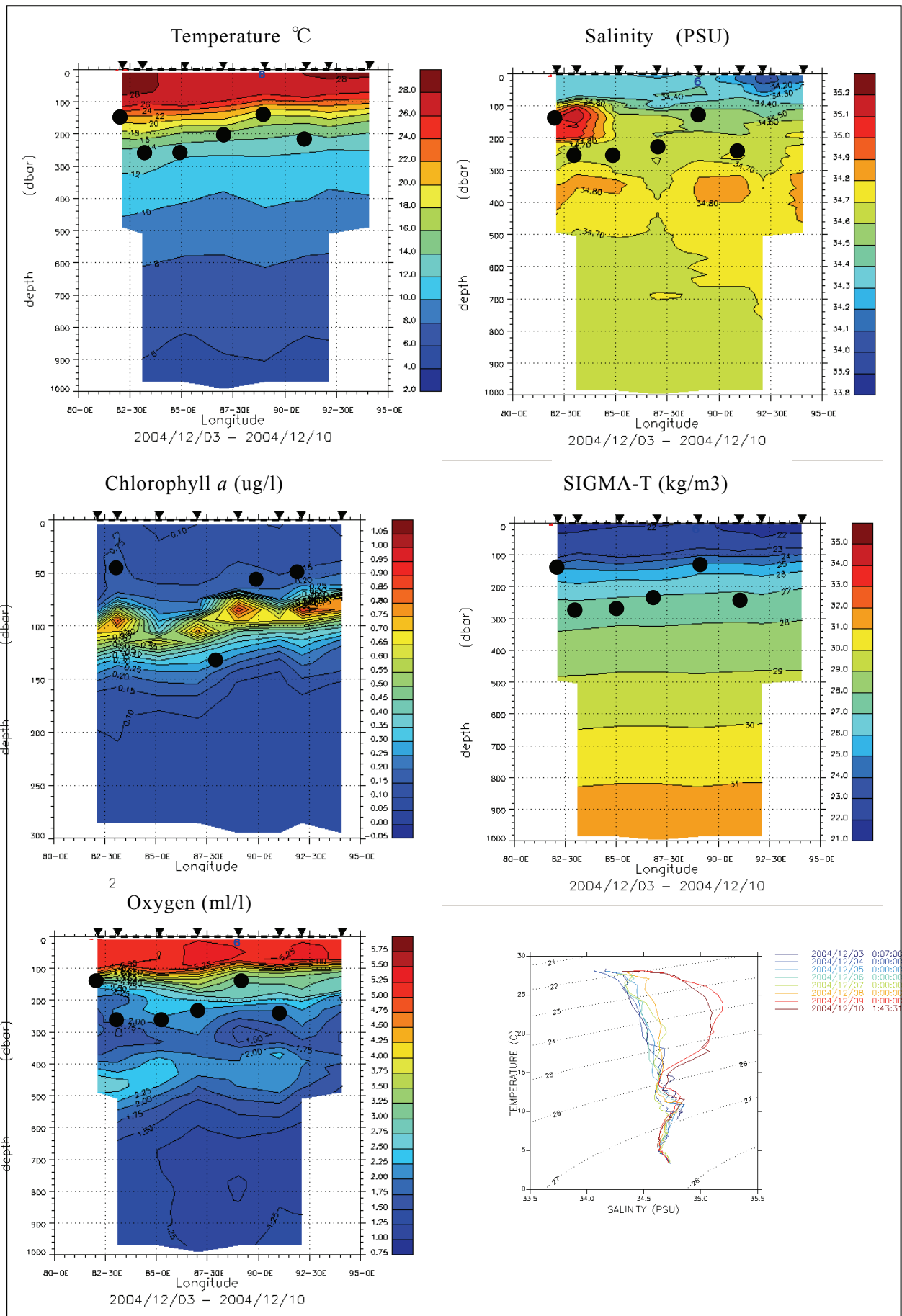


Fig. 12 CTD vertical profile and T-S Diagram

7. 計量魚探による漁場状況

7.1 計測方法

今回の計量魚群探知機（以下、魚探）での計測対象として、①単体マグロ、②DSL(プランクトン)層、③延縄にかかるマグロ以外の生物、④マグロの餌となる魚群の4つを主とした。投縄開始から揚縄終了まで（約13時間）のデータを周波数38kHzで収録し、単体魚や魚群の反射エコー数を計測し、実際の漁獲物のデータと比較した。

7.2 方法

魚探の基本的原理は、魚探の送受波器から発射された超音波が水中を進み、生物、海底等に当たって反射して送受波器に返ってくる。このときの反射の強さTS（ターゲットストレングス）を計測した。

7.3 結果及び考察

最大TSの数値を任意にS(-50dB以下), M(-50dB以上-40dB未満), L(-40dB以上)に分類し、その結果をグラフに示した (Fig. 13)。その結果、Mサイズの単体魚の割合が1、4、7日目で多かった。マグロ類のみの漁獲と比較すると、4日目6本、7日目8本と漁獲が多かったことから、Mサイズの単体魚はマグロの餌となるような、小型魚種であると考えられる。今回の漁場では200m以浅に小型魚の魚影が集中しており、水深が深くなると中型以上の単体魚が多くなっていた。

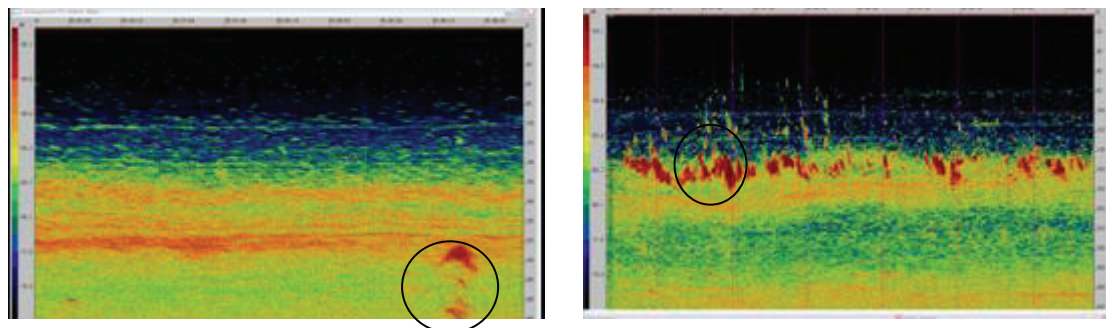


Fig. 13 Echo of echo sounder ○ : simple echo

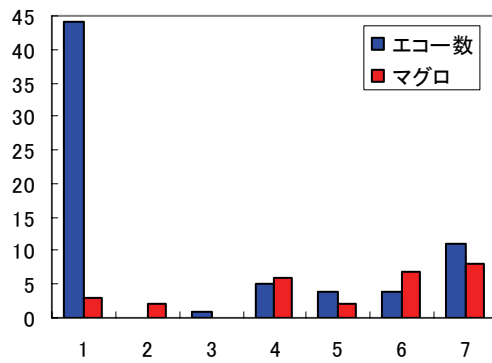


Fig. 14 Comparison of number of echo with number of catch tuna

DSL(プランクトン)層の時間別変化を魚探の映像から示したものである(Fig. 14)。DSL層は夜間に表層から中層部分に分布しており、夜が明けるにつれて、下層に移動していた。昼間には下層に分布しており、中層にはほとんど分布していなかった。また日没に近くなると、徐々に表層に向かって移動していた(Fig. 15)。これはプランクトンの日周運動によるものと思われる。

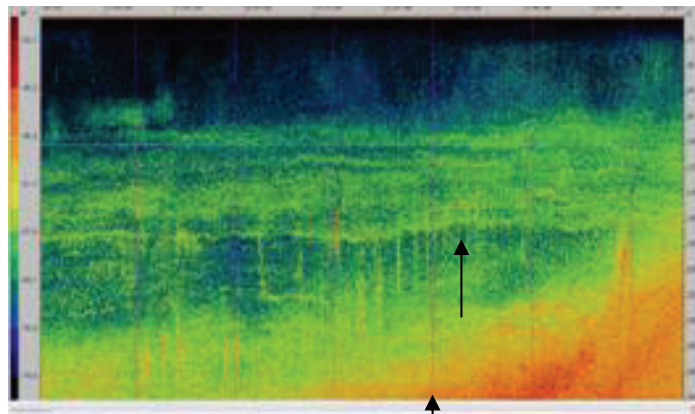


Fig. 15 Change of DLS layer

8. 考察

今回操業を行なったインド洋中央部赤道付近海域では、主な延縄対象魚としてメバチマグロ、キハダマグロ（以下メバチ、キハダ）となっている。キハダは150～320mの適水温25～26℃、メバチはそれより深い水深270～380mの適水温17～19℃とキハダより低い水温に生息(Fig. 16)、していることがわかる。

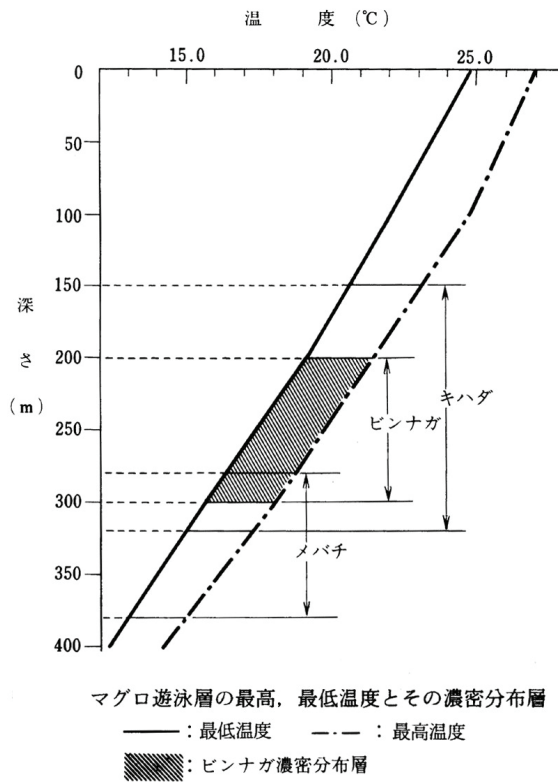


Fig.16 Relation between water temperature and tuna swimming layer

参考文献

- 1) 齋藤昭二：マグロの遊泳層と延縄漁法，成山堂書店，1992