

## 2. 科学魚探 (FQ-30) を使ってみて

水産庁調査船開洋丸は BIOMASS 計画 (Biological Investigations of Marine Antarctic Systems and Stocks) の年次スケジュールに従って、第1次国際調査 (FIBEX) 1980/'81 に参加し、わが国分担水域 (インド洋区南極海) の調査を実施した (図1)。このプロジェクトではナンキョクオキアミの資源量推定のための基礎資料を科学魚探により収集することが重要な研究テーマの1つである。開洋丸は国産第1号機の FQ-30 型科学魚探 (古野電気製) を装備し、種々の調査を行った。以下科学魚探の利用面からその主なものを述べる。

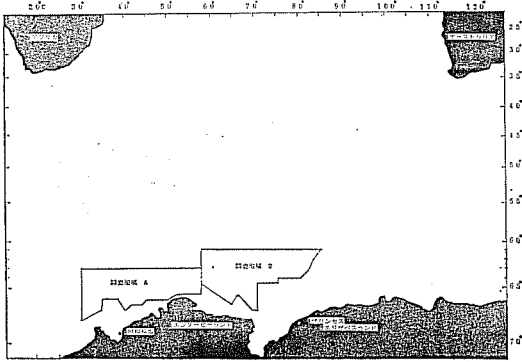


図1 調査海域図

### 1. オキアミのターゲットストレングス

ターゲットストレングス (以下 TS という) の測定には船底送受波器と同一規格の外部送受波器 (200 B-8, 200 kHz, ビーム幅を 7.4°) を用いた。TS 測定装置として図2に示す円錐形枠をステンレスパイプで作製した。円錐中心軸方向にビームが発射されるよう枠の頂部に送受波器を装着した。径 0.2 mm のナイロンテグスでオキアミの背を上にして串刺し状態とし、枠のアップーリングとローワーリングの間でビームの指向角内に位置せしめた。この測定装置を静かに海中に懸垂し、後方散乱強度 (以下 SV という) を測定した。次に、オキアミを取り除き、テグスのみの SV を測定した。得られたオキアミ + テグスの SV からテグスのみの SV を減じ、オキアミだけの SV を求め、これを単位体積当りの尾数で除してオキアミの TS を算出した。なお、オキアミは採集されたものをイクスで生かしておき活発なものを使用

中山 覚 介 (水産庁開洋丸)

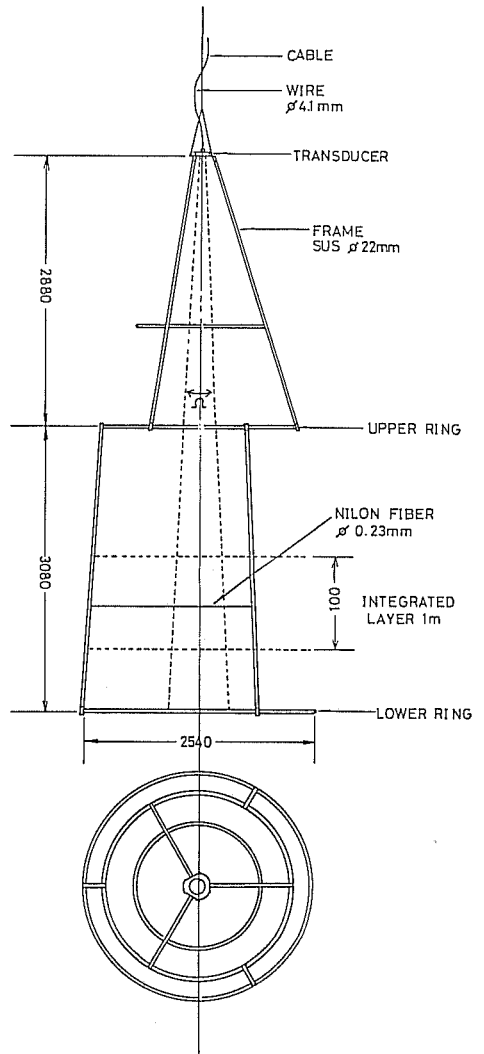


図2 ターゲットストレングス測定装置

した。

オキアミの大きさ、設定尾数を変えて13回の TS 測定を行った。測定結果 (表1) からオキアミの体重または体長と TS の関係を図3および図4に示し最小二乗法によりその関係式を次の通り求めた。

オキアミの体重と TS の関係

表1 TS結果一覧表

No.	1		2		3		4		5	
	80.12.24	81.01.19	81.01.25	81.01.28	81.01.28	81.01.28	81.02.03	81.02.03	81.02.03	81.02.03
測定尾数(n)	68	34	3	9	21	9	9	9	9	3
魚群密度(n/m <sup>3</sup> )	223.7	111.8	9.9	29.6	69.1	29.6	29.6	29.6	29.6	3
測定重量(g)	90.0	47.6	2.3	5.6	9.9	3.9	2.9	2.9	2.9	1.6
平均体重(g)	1.82	1.40	0.77	0.82	0.47	0.43	0.97	1.02	1.02	0.83
平均体長(mm)	53.6	49.8	45.7	42.9	40.8	38.7	49.7	51.0	51.0	39.0
測定値(JI: dB)	-52.8	-34.5	-51.6	-42.3	-43.4	-52.0	-47.8	-43.5	-52.8	-45.6
	-53.0	-35.0	-51.1	-43.1	-43.1	-52.5	-47.5	-42.8	-53.4	-46.3
	-51.2	-34.7	-50.4	-44.7	-43.0	-52.5	-47.3	-44.4	-53.1	-48.1
	-51.4	-36.6	-50.6	-43.2	-44.3	-52.6	-46.5	-47.8	-53.5	-47.3
	-51.1	-35.1	-50.3	-43.0	-43.6	-53.1	-46.1	-50.4	-53.0	-51.1
	-51.8	-35.3	-50.2	-43.0	-43.3	-52.8	-46.5	-49.2	-53.7	-50.0
	-51.0	-37.6	-50.0	-44.7	-41.7	-53.8	-48.0	-49.1	-53.4	-49.8
	-51.8	-34.8	-50.5	-44.5	-44.6	-54.1	-47.3	-48.1	-54.2	-50.4
	-52.2	-36.6	-50.5	-42.7	-43.7	-53.8	-47.3	-48.2	-53.5	-51.6
	-51.6	-36.4	-50.6	-42.3	-42.8	-54.5	-48.0	-48.2	-53.3	-49.3
平均値 (dB)	-51.75	-35.86	-50.17	-43.47	-43.29	-53.11	-47.3	-48.48	-53.38	-48.8
オキアミのSV (dB)	-	-35.87	-38.61	-43.83	-43.61	-	-48.68	-50.24	-45.68	-50.68
1尾のTS (dB)	-	-59.17	-59.12	-62.23	-62.03	-	-63.34	-60.20	-60.40	-60.62

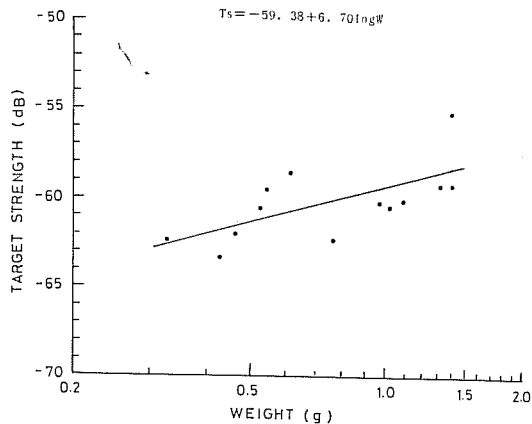


図3 体重と Ts の関係

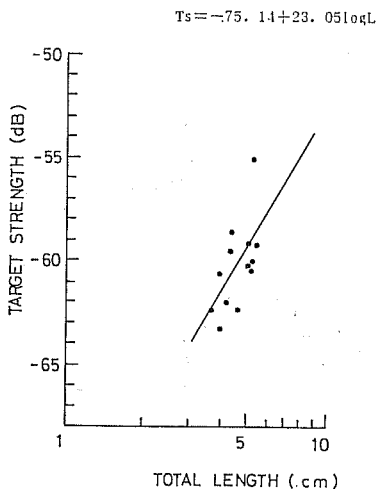


図4 体長と Ts の関係

$$TS = -59.38 + 6.70 \log W \quad \dots\dots(1)$$

W: オキアミの体重 (g)

となり、体重1gのオキアミのTSは約-59dBの値を得た。

また、実験に使用したオキアミの体長と体重の関係は、

$$W = 0.00445 \cdot L^{3.44} \quad \dots\dots(2)$$

L: オキアミの体長 (cm)

(2)→(1)より体長とTSの関係式

$$TS = -75.14 + 23.05 \log L \quad \dots\dots(3)$$

を得た。

## 2. オキアミの水平分布と現存量の推定

今回の調査では経度5度毎に南北方向の観測線を設け、その線上にグリッド状の調査点を配し、調査を行いつつ順次移動した。この航走移動中、常時科学魚探を運用して、SVを連続測定しオキアミの分布、および資源量推算用基礎資料の収集を行った。なお、科学魚探は下記の設定で運用した。

- 周波数 200 kHz (高周波)
- レンジ幅 0~200m
- 積分層幅 積分開始水深10m(海況に応じ最大25m)から100mまで
- パルス幅 1.8m sec
- 積分周期 1または2漕
- 計算モード 水平層平均単位体積当り散乱強度(J1)

緯度1/3度、経度1度の区画を設定して、各々の区画内におけるSV平均値を算出し、AB各海域の水平分布の様相を図5および図6に、また、両海域高低SV分布の概略を図7に示した。両海域とも-65dB以上の比

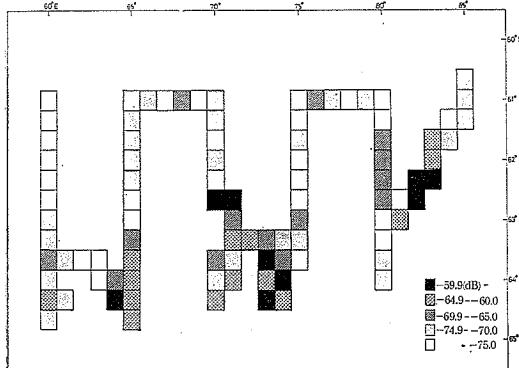


図5 SV分布(B海域その1)

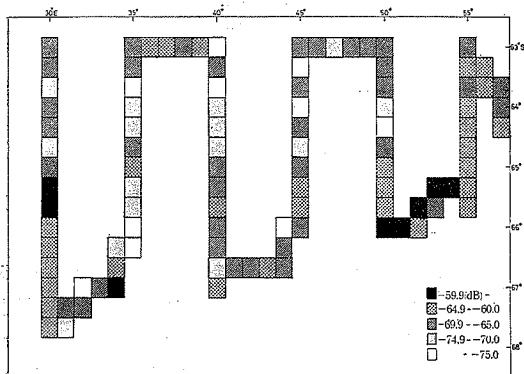


図6 SV分布(A海域)

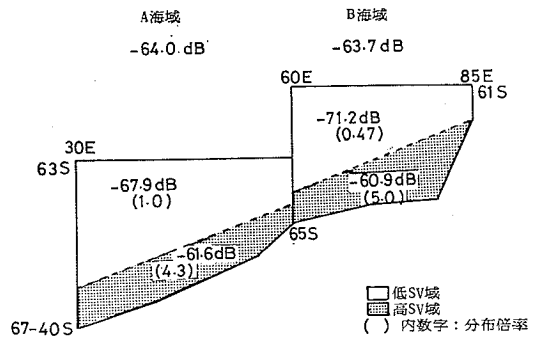


図7 高低SV域分布の概略

較的高SV域が東西方向帯状に存在し、その北側は一般的に-65dB以下の低SV域となり南高北低の分布を示している。平均SVはA海域-64.0dB、B海域-63.7dB、両海域-63.8dBと算出された。両海域のSVを比較すれば、B海域が0.3dB(1.07倍)高いが、微小差である。しかしながら、各海域内における高低SV域を比較すると、A海域では6.3dB(4.3倍)であるに対し、B海域では10.3dB(10.7倍)と顕著な差が認められた。

各海域で採集したオキアミを測定し平均体重を求め、TSを算出。一方両海域の平均SVから現存量を計算しその結果を表2に掲げた。

表2 オキアミ推定現存量

	調査海域	
	A	B
平均体重	g 0.418	0.603
標的強度	dB -61.92	-60.85
散乱強度	dB -64.0	-63.7
密度	$g/m^3$ 0.259	0.313
面積	$km^2$ $5.577 \times 10^5$	$4.517 \times 10^5$
現存量	トン $14.44 \times 10^6$	$14.14 \times 10^6$
		$28.58 \times 10^6$

## 3. オキアミの集群形成機構、生態に関する一知見

(1) 南北方向SV分布の傾向を把握するため、観測線別SVを図8および図9に掲げ、同時に表面水温、および積分曲線集計に基づく最濃密深度のデータを加えた。各グラフの南端はパックアイス外縁であり、両海域ともパックラインから若干北方に離れて最大SV域が出現している。A海域ではパックアイス外縁の北方80~140漕、B海域では20~100漕に認められる。

(2) 両海域ともSVがある緯度帯で-75dB以下の

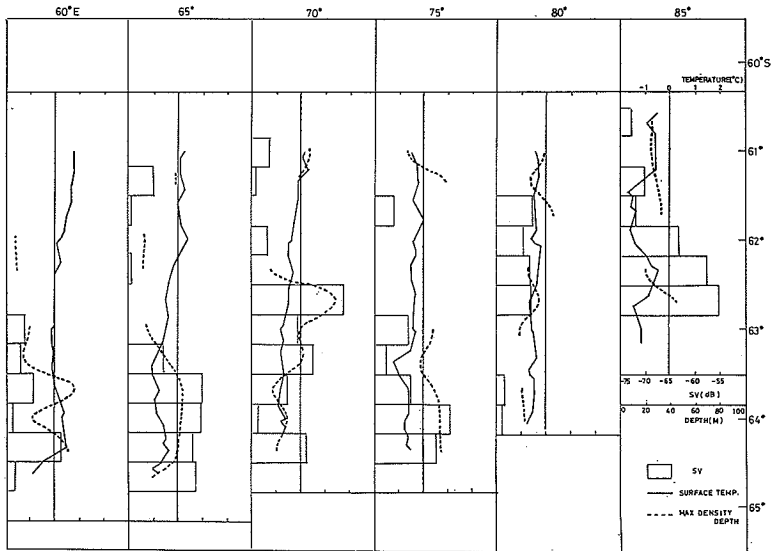


図 8 観測線別 SV, 表面水温, 最濃密密度の関係 (B 海域)



図 9 観測線別 SV, 表面水温, 最濃密密度の関係 (A 海域)

極小値を示す。A 海域では  $63^{\circ}40'S \sim 64^{\circ}40'S$  付近に出現し、B 海域では  $63^{\circ}S \sim 64^{\circ}S$  付近に認められる。

(3) A 海域では表面水温が  $0^{\circ} \sim 1^{\circ}C$ 、B 海域では  $-1^{\circ} \sim 0^{\circ}C$  の範囲にあり、同一経度線上方の変緯  $20' \sim 40'$  に対し表面水温の降下が  $0.5 \sim 1.0^{\circ}C$  と比較的急勾配を示す区域、またはその付近に SV の急上昇、極大値の出現をみた。一方、温度勾配が微小、もしくは南方への変

緯に対しわずかな上昇を示すとき極小 SV が出現する傾向を認めた。

(4) 最濃密深度が 40m 以浅に存在する場合は  $-65$  dB 以上の比較的高い SV の出現はなく、最濃密深度  $40 \sim 80$ m の場合高 SV が多く認められる。これは水深  $40 \sim 80$ m にパッチ状濃密群が多く存在し、平均 SV を高めるものと理解される。

(5) 70°E 観測線に沿って、時間的間隔を設け(80年12月中旬, および81年2月上旬)前後2回の測定を行い, その結果を図10に示した。2回目測定時はパックアイスが67°20'Sまで後退し1回目測定時より約180メートル

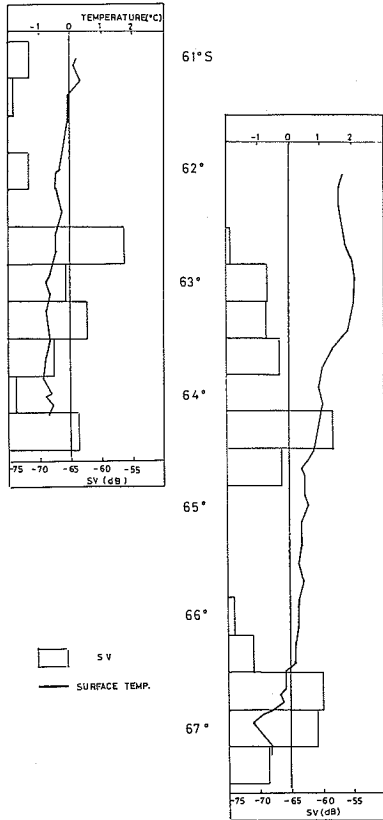


図10 70°E 観測線におけるSV, 表面水温の比較

オープンシーが南方へ広がっていた。また同一場所における表面水温は1.5°~2.5°C上昇している。これらの変化にかかわらず同一場所でのSV増減のパターンが酷似していることから, オキアミ群の季節的南北移動はパックラインの消長や表面水温の変化に著しい影響を受けるものではないと推論される。また, オキアミがパックアイス下に棲息するか否かは議論の点であろうが, 第2回目測定時66°40'S以南に認められた-65dB以上の反応を示したオキアミ群は, 第1回目測定時には北方に張り出していたパックアイス下に棲息していたことを示唆するものである。

#### 4. オキアミ濃密群の群内密度

オキアミ濃密群はパッチ状のものと層状のものに大別される。図11および図12にパッチ状濃密群, 層状濃密群の層別密度分布の1例を示した。パッチ状濃密群では同一群内で3~12倍位の密度差があり, 層状では4~6倍程度である。なお, 一般的に層状濃密群の密度はパッチ状濃密群の1/10前後である。

#### 5. 採集効率の測定

調査期間中, KOC-A ネット(開洋丸型開閉式中層網, 1辺3mの枠網で超音波により作動する開閉装置を有す。)を用いる31回のオキアミ試験採集を行った。表3はネットにより採集されたオキアミの量から計算された群内密度(A)と科学魚探により測定した同一の群内密度(B)の比較を示す。採集による群内密度が比較的高い例では, 科学魚探による密度が採集によるものの4.8倍以内である。この原因は網口が小さい上, 網口前方にブライドルワイヤーがありオキアミの逃避行動が考えられる点, 沓水率による効率減, 網の軌跡が送受波器の軌跡と一致しない等が考えられる。KOC-A6のように両

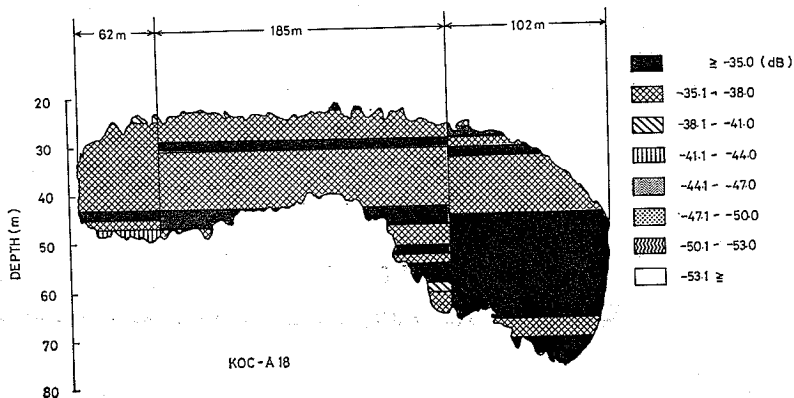


図11 オキアミ濃密群の層別密度分布(パッチ状反応)

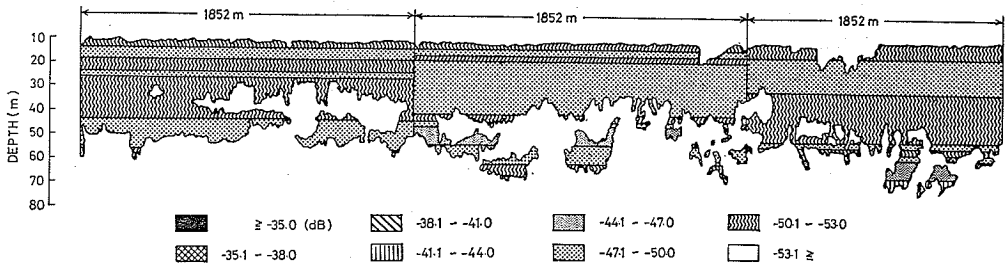


図12 オキアミ濃密群の層別密度分布(層状反応)

表3 KOC-A ネットおよび科学魚探による群内密度一覧表

網次番号	ST. 番号	曳網深度 (m)	積分層幅 (m)	魚探反応深度 (m)	採集重量 (g)	J4 (dB)	密度 A (g/m <sup>3</sup> )	密度 B (g/m <sup>3</sup> )	備考
02	033	21	15~50	11~53	6000	-34.6	9.9	300.6	パッチ状反応
03	035	31~34	10~60	26~46	3000	-35.0	3.4	274.2	2個のパッチを同周期内で積分
05	056	26~35	10~50	10~49	52700	-39.3	49.0	101.9	パッチ状反応
06	058	15~16	8~50	9~21	34800	-44.4	31.3	31.5	パッチ状反応
07	059	14~30	10~50	20~58	2200	-40.9	4.5	70.5	パッチ状反応
09	060-1	30~34	10~100	15~86	28000	-34.2	10.6	329.6	パッチ状反応
10	060-2	52~65	45~55	10~100	35600	-33.6	14.3	378.4	パッチ状反応
12	061	52	50~60	41~68	139600	-32.5	29.0	487.5	パッチ状反応
13	068-1	15	10~20	8~19	50	-34.6	0.25	300.6	パッチ状反応
14	068-2	13~14	10~18	7~23	35100	-33.8	74.8	361.4	パッチ状反応
15	089	36~40	30~38	19~51	36500	-37.4	33.9	157.8	パッチ状反応
17	092	24~27	20~30	8~36	38700	-40.6	22.6	75.5	パッチ状反応
18	093-1	51	60~70	22~76	19000	-35.5	15.0	244.3	パッチ状反応
19	093-2	28	25~35	20~59	28000	-35.2	9.5	261.8	パッチ状反応
20	096-1	58	55~70	29~68	12300	-38.6	8.6	119.7	パッチ状反応
21	096-2	45~50	35~50	30~84	32300	-36.4	5.2	198.6	パッチ状反応
22	175	36~45	45~55	16~53	47500	-36.1	19.14	212.8	パッチ状反応群
23	200	58~90	65~85	20~100	2800	-43.1	1.69	42.5	層状反応(3層)
24	222	60~68	50~70	37~87	6500	-43.4	4.0	39.6	層状反応(2層)
25	223	20~22	15~30	15~29	5700	-46.4	15.28	19.9	層状反応(1層)
26	232	26~30	20~45	30~93	170	-72.4	0.0075	0.05	層状反応(極めて薄い反応)
28	236-2	32~40	25~45	20~85	14700	-44.6	1.04	30.1	層状反応 層別採集No.2
29	236-3	47~55	45~65	10~78	2700	-47.2	0.76	16.5	層状反応(3層) 層別採集No.3
30	236-4	64~83	65~95	10~89	2700	-47.2	1.25	16.5	層状反応 層別採集No.4
31	240-1	21~23	26~60	18~72	2100	-40.6	2.60	75.5	層状反応(4層)
32	240-2	45~53	33~48	20~75	6200	-40.1	9.16	84.7	層状反応(3層)

注) 密度 A KOC-A 採集結果より算出  
密度 B 科学魚探 (J4 & Ts) より算出

者がほぼ等しい例もある。

### 6. むすび

今回の調査では一般のSV測定には船底に装備した送受波器を、TS測定には外部送受波器を用いた。東京帰港直後これら2個の送受波器の較正を行った。各送受波器の中心軸上1mの距離に較正用棒を利用し標準マイクを設置して測定した結果船底送受波器について補正值

+1.7dBを得た。従って本レポートでは全て補正済の値を扱った。

開洋丸の南極洋オキアミ調査から科学魚探利用の数列を述べたが、科学魚探は魚類の資源量推定のほか、集群形成機構、生態の調査にも有効な手段であろう。また、漁獲効率を測定することにより漁具の選択、効率の高い曳網速度の決定等、漁具漁法上の利用も可能と考える。