

# 1. 北琉球弧西方海域の海底地形と底質

大木公彦 (鹿児島大学理学部)  
 東川勢二 (鹿児島大学水産学部)

## 1. まえがき

1980年11月8日から20日までの13日間にわたる海洋調査は、琉球列島弧から東シナ海へ至る A, B の二測線 (A測線は、鹿児島湾湾口から東シナ海の 29°-30'0N, 126°-07'2E の点へ至る線; B測線は、徳之島から東シナ海の 29°-54'6N, 125°-38'3E の点を結ぶ線) に沿って行なわれた (図1)。本論文では、1979年10月中旬に種子島・屋久島近海より奄美大島へ至る海域 (以後北琉球弧周辺海域と呼ぶ) で行なわれた底質調査結果も含めて若干の考察を加える。

本航海で得られた底質試料は26点で、採泥器は、東シナ海大陸棚上の海域ではスミス・マッキンタイヤー採泥器を、沖縄舟状海盆の比較的水深の深い海域ではフレーガー式柱状採泥器を使用した。柱状採泥器で得られたコア試料については、実験室でX線撮影を行なってコアの内部構造を検討した後に、その最上部を4cmカットし、さらにその半分を粒度分析に用いた。底質試料の得られた地点を黒丸(●)で図1に示す。

## 2. 調査海域の海底地形

本調査海域は、その海底地形の特徴から、次の6つの

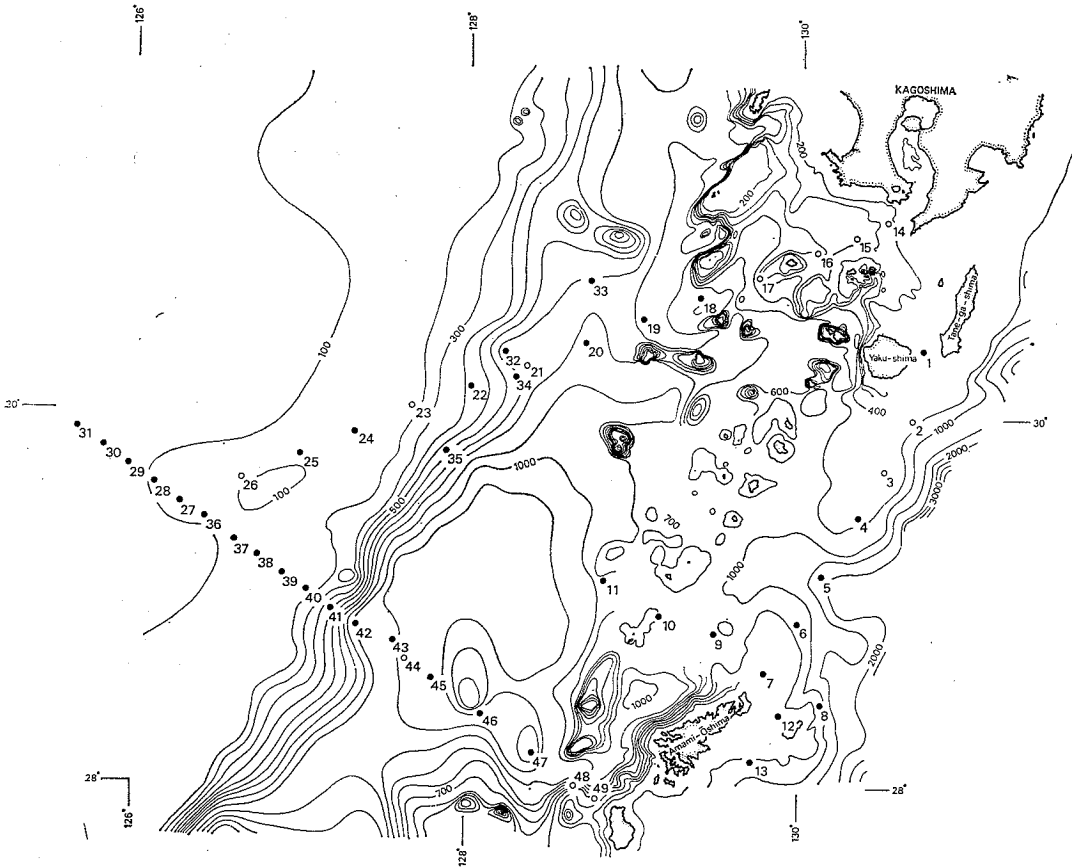


図1 北琉球弧西方海域の海底地形および調査地点位置図

表1 採集地点および粒度分析結果

Station No.	1	4	6	7	8	9	10	11	12	13
Latitude (N)	30°-21'8	29°-28'0	28°-53'4	28°-37'2	28°-27'0	28°-49'9	28°-55'7	29°-06'9	28°-23'8	28°-08'5
Longitude (E)	130°-44'9	130°-21'1	129°-59'1	129°-47'1	130°-07'7	129°-28'9	129°-08'6	128°-48'5	129°-52'7	129°-42'6
Water depth (m)	60	430	656	175	775	830	420	975	360	625
Median diameter ( $\phi$ )	1.211	1.237	1.937	1.053	2.158	3.447	1.463	3.789	1.743	1.868
Sorting coefficient	0.684	0.627	0.729	0.666	0.579	1.495	0.653	1.297	0.732	0.555
Skewness	-0.078	-0.050	-0.192	-0.107	-0.228	-0.577	-0.032	-0.460	-0.101	-0.043
Station No.	18	19	20	22	24	25	27	28	29	30
Latitude (N)	30°-38'0	30°-31'2	30°-23'2	30°-09'2	29°-53'9	29°-46'2	29°-30'9	29°-37'1	29°-42'7	29°-48'7
Longitude (E)	129°-24'2	129°-04'0	128°-43'0	128°-01'4	127°-19'1	126°-59'0	126°-16'1	126°-07'1	125°-57'2	125°-48'2
Water depth (m)	840	845	865	415	130	113	114	104	88	85
Median diameter ( $\phi$ )	4.80	2.695	5.00	3.274	3.00	3.00	3.079	3.00	3.00	3.079
Sorting coefficient	2.619	1.455	2.632	1.318	0.55	0.514	0.395	0.527	0.632	0.618
Skewness	0.463	0.378	0.18	0.341	-0.091	-0.23	-0.266	-0.099	-0.166	0.149
Station No.	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Latitude (N)	29°-54'6	30°-19'8	30°-43'2	30°-11'9	29°-48'3	29°-26'0	29°-18'7	29°-14'0	29°-08'0	29°-03'0
Longitude (E)	125°-38'3	128°-14'0	128°-44'0	128°-17'9	127°-51'5	126°-25'0	126°-35'5	126°-44'0	126°-53'0	127°-02'0
Water depth (m)	75	730	740	785	460	116	106	114	124	186
Median diameter ( $\phi$ )	3.026	3.042	3.658	3.263	3.621	2.711	2.737	2.974	3.00	2.738
Sorting coefficient	0.908	2.09	2.316	1.661	2.358	1.198	1.106	0.671	0.474	0.434
Skewness	0.073	0.665	0.516	0.547	0.592	-0.236	-0.238	-0.177	-0.055	-0.097
Station No.	41	42	43	45	46	47				
Latitude (N)	28°-57'1	28°-52'1	28°-47'2	28°-35'1	28°-23'0	28°-11'1				
Longitude (E)	127°-10'9	127°-20'0	127°-29'7	127°-47'0	128°-05'0	128°-11'1				
Water depth (m)	480	1025	1060	1190	1136	1260				
Median diameter ( $\phi$ )	3.526	5.379	5.932	6.184	5.595	5.274				
Sorting coefficient	2.511	3.095	2.974	1.729	2.3	2.168				
Skewness	0.551	0.041	-0.035	-0.641	0.128	0.284				

带状の海域に区分される。

1) この海域の最も西に位置する、水深 200 m 以下の平坦な面を持つ大陸棚海域。大陸棚の東縁は直線的で、ほぼ水深 200 m の等深線に一致する。

2) 大陸棚と舟状海盆の漸移部である、緩く傾斜した大陸斜面海域。この大陸斜面は北緯 29°30′ 付近を境にして、南では比較的その傾斜が急であるのに対し、北ではかなり緩やかになっており、沖縄舟状海盆との境界は、海盆自体の水深が北方へ徐々に浅くなっていることも手伝って、不明瞭になっている。

3) 水深 1,000 m 前後の比較的平坦な舟状海盆海域。この沖縄舟状海盆の海底地形は、北緯 30° 線付近を境にしてかなり異なった様相を呈している。北緯 30° 線以南では、B 測線の南に鞍部がみられやや浅くなっているが、水深は 1,000 m を越え、全体的に平坦で南へ緩く傾斜している。これとは対称的に、北緯 30° 以北では北へ徐々に浅くなるとともに、独立した急峻な堆が多く点在し、複雑に入りこんだ地形を呈している。

4) 硫黄島・竹島から宝島・横当島へ至る一連の火山島の分布する海域で、この海域には、山頂は水面下に没しているが、水深 600~700 m 付近から急にそそり立つ独立した山体が数多く点在している。

5) 種子島・屋久島から奄美大島へ至る浅海域で、この海域には北緯 29° 付近に水深 1,000 m に達する東西方向の凹地が存在しているものの、全体としては 500 m 以下の比較的平坦な面が発達している。

6) 種子島・屋久島から奄美大島へ至る浅海域と水深 5,000 m に達する琉球海溝との漸移部である大陸斜面海域。

### 3. 採集底質の粒度分析結果

今回、スミス・マッキンタイヤー採泥器、およびフレーザー式柱状採泥器で得られた 26 点の底質試料について、ピベット法、エメリー管法を併用して粒子沈降速度にもとづき粒度組成を求めた。それらの結果を表 1 に示す。また、砂・シルト・粘土の含有率にもとづく組成を SHEPARD (1954) の分類に従って図 2 に示す。さらに中央粒径値 ( $Md\phi$ ) に対する淘汰度 ( $\sigma\phi$ )、および歪度 ( $\alpha\phi$ ) との相関を図 3 に示す。

図 2 には、大陸棚から得られた底質を白丸(○)で、大陸斜面および舟状海盆から得られた底質を黒丸(●)で示し、採泥方法の異なる北琉球弧周辺海域より得られた底質は除いてある。この図から明らかなように、東シナ海の大陸棚上の地点 (St. 23~25, 27~40) から得られた底質はすべて砂 (砂の含有率が 70% 以上) の範囲にプ

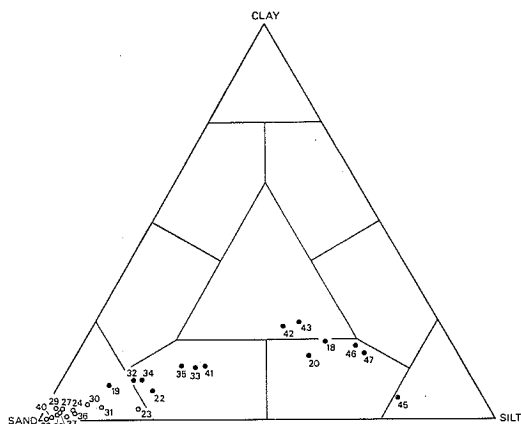


図 2 砂・シルト・粘土の含有率にもとづく粒度組成図 (SHEPARD, 1954)

ロットされる。大陸斜面および海盆の底質は、St. 19 を除いて海底地形に極めて調和的で、大陸斜面に位置する地点 (St. 22, 32, 33, 34, 35, 41) の底質はすべてシルト質砂の範囲に含まれ、海盆の海域から得られた底質はシルト~砂質シルトの範囲にプロットされる。St. 42, 43 は比較的急な傾斜を持つ大陸斜面の麓に位置する為か、その底質は砂・シルト・粘土の三者がそれぞれ 20~60% の含有率を示す中間型堆積物の範囲にプロットされるが、海盆の海域で得られた他の底質 (St. 18, 20, 46, 47) と比べて、その組成の上であまり差異はなく、図からも明らかなようにこれらの底質は一括されるべきものである。例外的に、この舟状海盆で得られた St. 19 の底質は砂の含有率が 79% にも達し、舟状海盆はもとより大陸斜面から得られた底質よりもさらに砂の含有率、中央粒径値 ( $Md\phi$ ) が高くなっている。この理由として、St. 19 の底質は、その柱状試料の X 線写真に認められるかなり乱れた堆積構造を考え合わせると、この地点の周辺に存在する独立山体からもたらされた乱泥流堆積物の可能性が考えられる。

中央粒径値 ( $Md\phi$ ) と淘汰度 ( $\sigma\phi$ ) および歪度 ( $\alpha\phi$ ) との関係を示す図 3 から、大陸棚上、大陸斜面、海盆の異なる三つの海域から得られた底質は、中央粒径値、淘汰度、歪度の値がそれぞれの海域で同じような値を示し、三つのグループにまとめることができる。

図 3 からは、次のような底質の特徴を読みとることができる。

1) 北琉球弧周辺海域から得られた底質 (St. 1, 4, 6, 7, 8, 10, 12, 13) および大陸棚の広がる海域から得られた底質 (St. 24~40) の淘汰は良好で、歪度 ( $\alpha\phi$ )

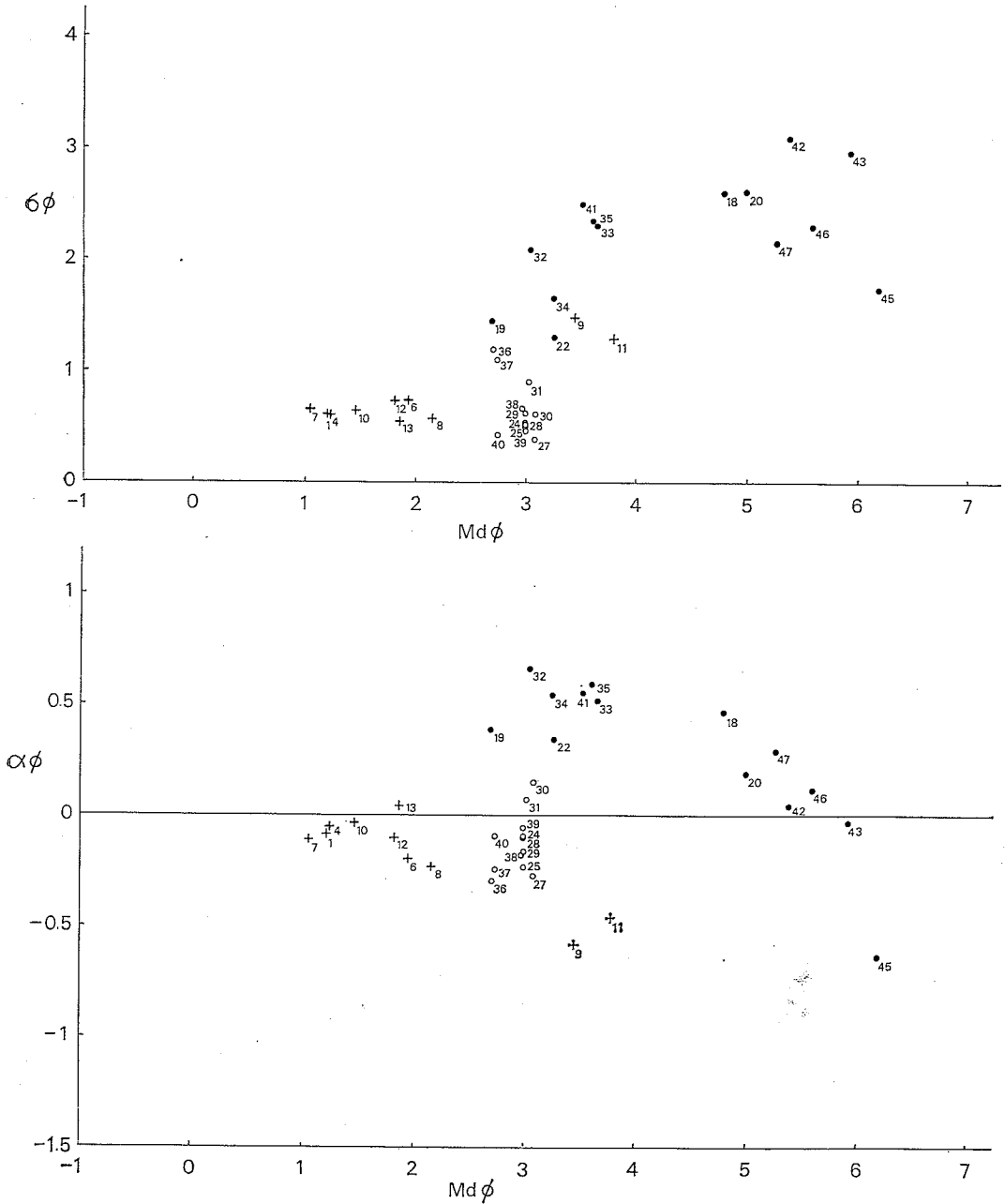


図3 北琉球周辺海域より得た底質資料(+), 大陸棚海域より得た底質試料(○), 大陸斜面および海盆海域より得た底質試料(●)の中央粒径値( $Md\phi$ )に対する淘汰度( $\sigma\phi$ ), 歪度( $\alpha\phi$ )の相関図

も 0.15 から -0.3 の狭い範囲内にプロットされるが、両者の中央粒径値 ( $Md\phi$ ) は明らかに異なり、前者が 1~2 $\phi$  の間の値を示すのに対し、後者は 3 $\phi$  前後に集中している。

2) 大陸棚および大陸斜面から得られた底質の中央粒径値 ( $Md\phi$ ) は、ほぼ同じような値 (2.7~3.8 $\phi$ ) を示すが、大陸斜面から得られた底質の淘汰度は 1.3 から 2.5 にも達し、大陸棚から得られた底質に比べてかなり

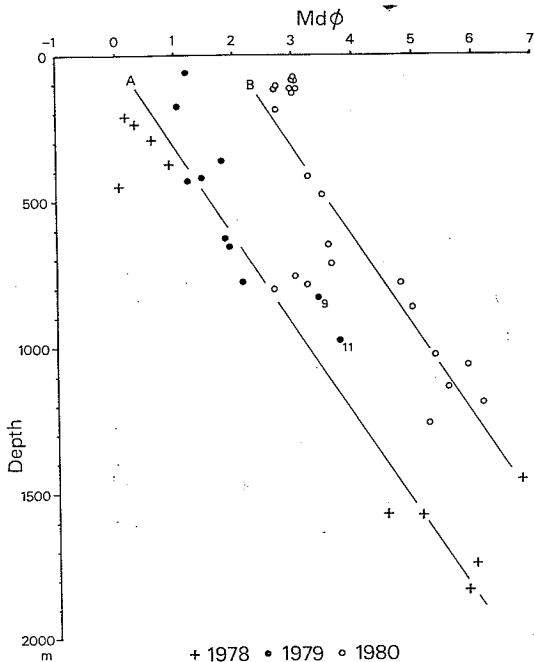


図 4 南琉球弧周辺海域より得た底質試料(+), 北琉球弧周辺海域より得た底質試料(●)および北琉球弧西方海域より得た底質試料の中央粒径値 ( $Md\phi$ ) と水深の相関図

淘汰が悪い。また、沖縄舟状海盆の東縁にあたる St. 11, および北琉球弧周辺海域の比較的水深の深い地点である St. 9 から得られた底質の中央粒径値 ( $Md\phi$ ), 淘汰度 ( $\sigma\phi$ ) は、大陸棚斜面のそれとほとんど同じ値を示すが、歪度 ( $\alpha\phi$ ) は、大陸棚から得られた底質が  $+0.5$  前後の値を示すのに対し、St. 9, 11 の底質は  $-0.5$  前後と、まったく逆の傾向を示している。この理由として、堆積物の供給源の違いが推測されるが、今後、さらに検討を要する重要な問題の一つであろう。

3) 海盆から得られた底質の中央粒径値 ( $Md\phi$ ) は  $4.8 \sim 6.2\phi$  の間の値を示し、含泥率も  $65\% \sim 81\%$  にも達する。一般に淘汰が悪い。

最後に、中央粒径値 ( $Md\phi$ ) と水深との関係を南琉球弧周辺海域で得られた底質 (+: 1978年に採集) の粒度分析結果も含めて図 4 に示す。この図から、中央粒径値 ( $Md\phi$ ) と深度の両者が正の相関にあることが読みとれ

る。さらに、琉球弧周辺海域の底質と、今回行なわれた東シナ海の大陸棚および海盆から得られた底質とを分けて、それぞれの配列について着目すると、琉球弧周辺海域の底質は A の直線に、東シナ海の底質は B の直線に回帰されることが分かる。この二つの直線を比較してみると、A の直線が、B の直線に比べて  $2\phi$  程粗粒の方へシフトしている。この理由として、これら二つの海域に運搬され堆積する陸源碎屑物の量の違い、堆積物の構成の違いがあげられる。具体的に述べると、東シナ海の大陸棚および舟状海盆には、大陸の大河川から供給された大量の、様々な粒度組成をもった碎屑物が沿岸流、黒潮等によって運搬され堆積しているのに対し、舟状海盆のさらに東側に位置する琉球弧周辺海域には、これらの碎屑物が、供給源から遠いためほとんど到達しないこと、さらには琉球列島の島々の河川から供給される碎屑物は少なく、その代わりに生物起源の比較的粗粒な碎屑物が、琉球列島周辺海域のかなり深い海底にまで堆積していることが考えられる。

#### 4. あとがき

三年にわたる琉球弧周辺海域および東シナ海の海洋調査で得られた底質の粒度組成が、その海域の水深、海底地形と極めて調和的に対応していることが明らかになった。今後、これらの海域における海洋調査の精度を高め、さらに詳細な底質分布図を作成し、この海域に住む底生動物群集との相関について調査・研究をすすめていく必要がある。

おわりに、本報告を行なうにあたり多くの有益なる御助言と御援助を賜った鹿児島大学理学部早坂祥三教授、同大学水産学部高橋淳雄教授に深く感謝の意を表するとともに、採泥に御協力をいただいた、植田総一船長をはじめとする“鹿児島大学水産学部練習船かごしま丸”の乗組員の皆様、同大学水産学部高橋淳雄教授を代表者とする“文部省特定研究：琉球島弧周辺海域における陸棚斜面漁場の開発利用に関する研究”の海洋調査航海に参加された研究者の皆様に対し心からお礼を申し上げる次第である。

#### 文 献

SHEPARD, E. P. (1954): Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. Jour. Sed. Petrol., 24, 151-158.

## 2. 陸棚縁辺部の海洋構造

市川 洋 (鹿児島大学水産学部)  
高橋 淳雄 (鹿児島大学水産学部)  
前田 明夫 (鹿児島大学工学部)

### 1. はじめに

陸棚縁辺部は沿岸陸棚域と外洋深海域の中間に位置しており、沿岸陸棚域と外洋深海域とを結びつける海域として、双方の海洋変動機構を解明する上で重要な海域である。陸棚縁辺部は陸棚域と外洋域との双方の影響を受けるため、陸棚縁辺部独自の変動特性を把握することは多くの困難を伴う。調査対象海域としては、固有の陸棚水を持ち、外洋の変動が小さい海域が望ましい。

大陸棚が総面積の 80% 以上を占めている東シナ海では、黒潮が大陸棚斜面に沿って北東方向へ進んでいる。広大な東シナ海大陸棚上には、黒潮水ときわ違った違いのある陸棚固有の水塊が存在し、陸棚縁辺部における水塊分析が可能である。また、東シナ海の黒潮流軸は本州南方海域に比べて安定しているといわれており、陸棚縁辺部における流速の変動特性を把握しやすい環境にある。したがって、ここでは東シナ海大陸棚縁辺部を対象として、陸棚縁辺部の海洋変動特性について述べることにする。

我々は1980年秋に徳之島北西沖の定線で、海洋観測を2ヶ月間に3回反復して行い、水塊分布の変動をとらえた。また、合計14台の流速計を陸棚上から陸棚斜面にかけて、断面観測期間中に係留し、陸棚縁辺部における水塊分布の変動と流況との対応を調べた。この結果について報告する。

### 2. 観 測

図1に1980年10月19日～20日、11月16日～18日、12月7日～9日の計3回の反復観測を行った定線Aを示す。12月には観測定線Aの南西30マイルの測線Bでも観測を行っている。第1回目は敬天丸による STD 観測、第2回目はかごしま丸による各層観測、第3回目は白鳳丸(KH80-5 航海)による CTD 観測である。各々の観測点数と観測線長は異なるが、測点間距離は10マイルを原則とした。この観測定線はなるべく鹿児島に近い所で、黒潮がほぼ直行し、かつ陸棚地形が比較的単純な海域であることから選定した。B観測線は長崎海洋気象台が永

年調査を続けている測線とほぼ一致している。

図1の5個の黒丸は流速計を係留した位置である。徳之島側から CM1, CM2, CM3, CM4, CM5 と名付けた。陸棚斜面上水深 775 m の CM1 には3台の流速計を10月20日から12月13日までの55日間設置した。陸棚縁辺部の CM2 (水深 143 m) と CM3 (水深 110 m)、および陸棚上の CM4 (水深 90 m) と CM5 (水深 92 m) には12月7日から11日までの4日間、各点2台または3台、合計11台の流速計を係留した。

沖永良部測候所によると、反復観測の51日間のうち11月15日から20日までの6日間のみ東寄りの風、風速8~9 m/sec であったが、他の期間は7~8 m/sec の北寄りの風であった。また、断面測流期間中は、白鳳丸での洋上観測によると、12月9日までは7~8 m/sec の北寄りの風であったが、12月9日以降は弱い西寄りの風に変わった。

### 3. 水型分類法

気象庁、水産庁による永年の調査によって、東シナ海における水塊構造はかなり明らかになっている(佐原・半沢, 1978, 井上, 1981)。東シナ海の海水は高温・高塩分の黒潮水と低温・低塩分の中国大陸系沿岸水・黄海冷水は中国大陸沿岸・黄海から南~南東方向に張り出し、陸棚縁辺部にまで達している。他方、台湾東方を北

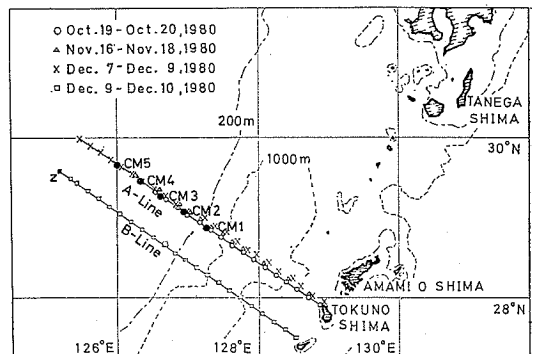


図1 観測点位置、黒丸は流速計設置点

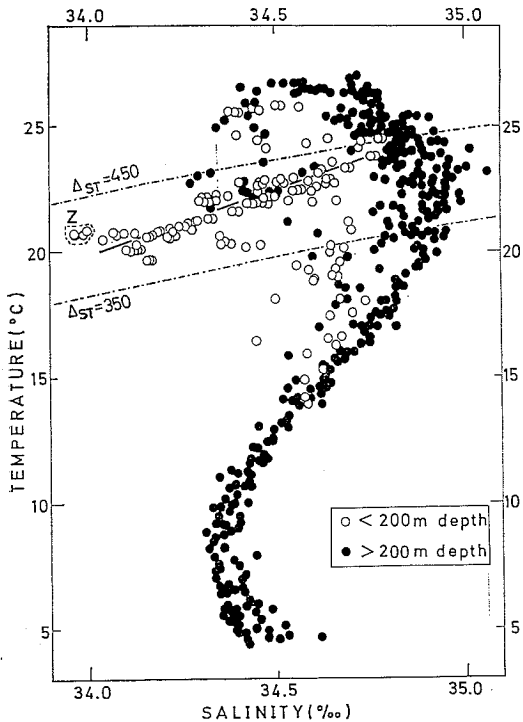


図2 T-Sダイアグラム

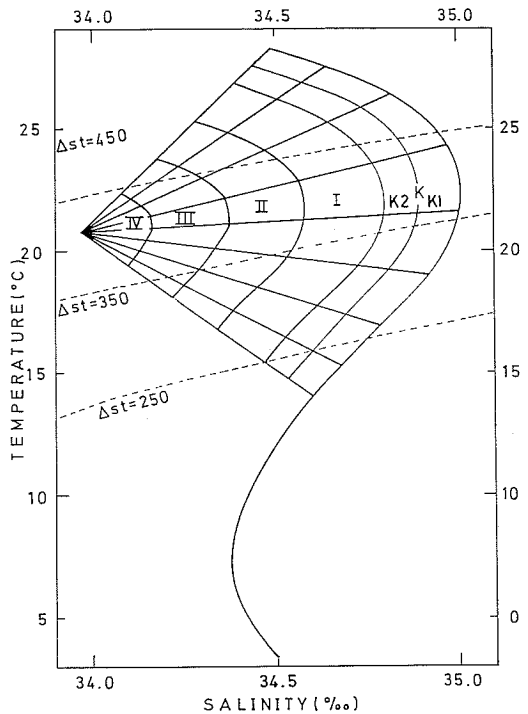


図3 水塊分類法

上して東シナ海に流入した黒潮水は、陸棚斜面に沿って北東方向に進み、トカラ海峡をぬけて太平洋へ流出する。この間、黒潮水は陸棚水との混合域を陸棚縁辺部に形成する。

図2は1980年秋の反復観測結果を用いて作成したT-Sダイアグラムである。図中の白丸は陸棚域、水深200m以浅の観測点での値であり、黒丸は陸棚斜面上および沖縄舟状海盆上、水深200m以深の観測点での値である。大部分の黒丸は、全体として逆S字形を形成しており、水深200m以深の測点の海水の大部分は黒潮水であることがわかる。

図2の点線で囲まれた一群の点(Z群)は図1の測点Z(B測線の陸棚最奥部)の全観測値であり、陸棚奥部での水塊は上下ではほぼ一致となっている。この値は長崎海洋気象台による東シナ海大陸棚中央部における秋季の平均水温・塩分値とほぼ一致している。すなわち、Z群は大陸系沿岸水を代表しているといえる。

図2から徳之島北西海域における秋季の水型分類が可能となる。図中の白丸はZ群を要にして扇状に拡がっており、陸棚上の測点の水型は黒潮水とZ群の海水との混合水のようにみえる。また、20°C~25°Cの領域には白

丸がかなり集中しており、これらの白丸密集点を近似的に結ぶ直線は $\Delta st$ (サーモステリックアノマリー)の等値線(図中の一点鎖線)とわずかに交錯している。このことは、沿岸水と黒潮水との混合は、陸棚上での表層鉛直混合層内で進行することを示唆する。そこで、徳之島北西海域における水型を図3に示す方法で分類し、各水塊の鉛直断面分布を求めた。

14°Cから29°Cまでの各水温値に対する当海域における最高塩分値を結んだ曲線とZ群間を5等分割する曲線群によって、観測海域の水塊を分類した。5水塊を高塩分側からK, I, II, III, IV水と名付けた。更にK水を塩分に関して2等分割し、各々K1, K2水とした。K1水は黒潮水に、IV水は大陸系沿岸水に対応しており、K2, I, II, III水はK1水とIV水の混合水である。

図中の点線は $\Delta st$ の等値線である。この分類法では、K1水とIV水の混合が等密度面を横切る方向にも進んでいることになる。水温と塩分の鉛直分布から、陸棚上では鉛直混合が強いと思われるが、ここで採用した分類法の当否については今後の検討を要する。

佐原・半沢(1979)は東シナ海の水型分類について、図3とは異なる方法を採用している。彼らは、T-Sダイ

ヤグラムを不連続な階段状に分割しており、その境界線の基準は明確でない。我々の分類法は、沿岸水の代表値に依存しており、一般性に乏しい。しかし水型分類線の基準は明確であり、徳之島北西の局所的海域の鉛直混合が卓越する秋から冬にかけての水塊分布を調べる上では有効と考える。

4. 海水流動場

東シナ海における海水流動は、井上(1975)、近藤・玉井(1975)等の研究があるものの、水塊分布ほどには明確でない。最近、YUAN *et al.* (1982)が東シナ海の海水循環に関する数値的研究を行っているものの、風速分布等の未知の要素があり、吹送流系は特にはっきりしていない。

過去の潮流観測資料から海水流動に関しては、東シナ海を潮流が卓越する海域と恒流が卓越する海域とに大別できる。大陸棚上では潮流が卓越している(稲葉, 1980)のに対し、東シナ海南東部陸棚斜面では恒流(黒潮)が卓越している。すなわち、陸棚縁辺部は潮流卓越海域と恒流卓越海域の遷移領域となっている。

ここでは、過去の観測資料から得た陸棚縁辺部の平均的海水流動構造と1980年秋の観測から得た徳之島北西沖測線での地衡流分布および実測された流速変動について述べる。

4.1 平均流動場

水路部海洋資料センターが保管している東シナ海での1955年から1979年までの25年間のGEK観測資料を整理して求めた東シナ海の通年の平均流況を図4に示す。GEKの記録は流速の瞬間値であり、潮流および吹送流

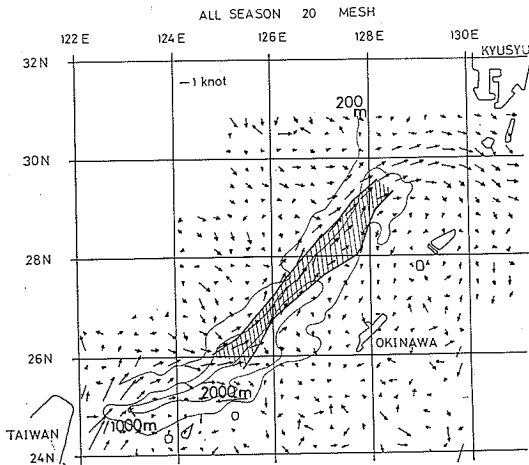


図4 平均海況と黒潮の平均的位置(斜線部は標準偏差内に入る範囲を示す)

を含んでいるが、多数の資料を平均することでこれらの非定常流は除去されていると考えた。陸棚縁辺に注目すると、この海域での表層平均流は微弱ながら南東向きとなっており、大陸系沿岸の黒潮域への張り出しを示唆している。

図中の斜線部は、気象庁が1961年から1977年までの17年間に行った各層観測資料を用いて、地衡流計算によって求めた黒潮の流軸位置の変動幅(平均流軸からのずれの標準偏差)を表わしている(前田・桜井, 1981)。この図から徳之島北西で流軸位置の変動幅が最も大きく約75kmであること、沖縄本島西方で変動幅が最も小さく約30kmであること、および平均流軸位置はほぼ1,000m等深線に沿っていることがわかる。

4.2 地衡流分布

反復海洋観測の内の第3回観測時の800db基準の地衡流断面分布を図5に示す。図中の正の値は北東向き、負の値は南西向き成分である。図の上端の矢印は黒潮流軸の位置を示す。黒潮流軸位置は10月と11月とはほぼ同位置であり、12月は11月に比べて南東に約10マイル移動している。この移動距離は図4に示した徳之島北西での変動幅に比べるとかなり小さい。また、黒潮の地衡流量は3回の反復観測ともほぼ等しく、約 $34 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{sec}$ であった。したがって、1980年秋の黒潮はかなり安定であったといえる。

図5に見られる徳之島側の黒潮反流域は、10月、11月の断面にも現われる。このことは図4に示したGEKの資料による当海域の表層平均流動分布とよく一致している。陸棚斜面上の底層反流は、10月と12月の断面にも現われており、観測期間中持続していたと思われる。しかし、この反流は観測定線(A測線)の南西30マイルのB断面にはない。奄美大島北西海域で、1968年に気象庁が

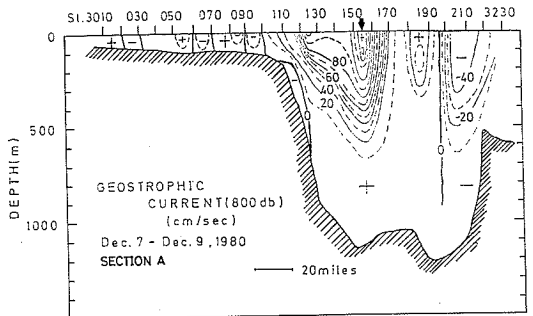


図5 地衡流断面分布(1980年12月7日~9日, A断面) 北東向きが正, 南西向きが負である



行った多船同時観測の結果でも、陸棚斜面上に中層反流域が頻繁に現われ、その流軸方向の長さ規模は20~30マイルであった(前田・桜井, 1980)。このことは、図5の陸棚斜面底層の黒潮反流が局所的な陸棚地形によって生じることを示唆する。

4.3 流向・流速の変動

図1に黒丸で示す点のうち、陸棚斜面上CM1の500m層、陸棚縁辺部CM2の60mと100m層、陸棚上のCM4の40m, 60m, 85m層の流向、流速変動の測定結果について報告する。図6-1, 図6-2, 図6-3は各々、CM1の500m層、CM2の60m層、CM4の40m層での12月7日から11日までの4日間の流速の東分, 北分, および25時間移動平均流速ベクトルである。

CM2の60m層, CM4の40, 60, 85m層の潮流はほとんど等しく、いずれも半日周潮流が卓越し、その振幅もほぼ等しく約40cm/secと日周潮流の4倍以上ある。潮流楕円の長軸は北西-南東とM<sub>2</sub>分潮の当海域に

おける伝播方向と一致している。他方、CM2の100m層の半日周潮流の振幅はCM2の60m層の約1/2である。逆に、日周潮流の振幅はCM2の60m層よりCM2の100m層の方が大きくなっている。

CM4の潮流は上, 下層ではほぼ等しいのに対し、CM2の潮流は上, 下層で大きく異なっていることは、陸棚縁辺部における内部潮汐の存在を示唆している。実際、CM4では上下で水温・塩分ともほぼ一樣なのに対し、CM2の80m付近には水温躍層が存在しており、CM2の100m層における水温変動も他と比べて格段に大きい。

CM1の500m層での潮流は半日周潮流が卓越しているものの、その振幅は約3cm/secと陸棚上の1/10以下であり、その長軸方向は北北西-南南東と陸棚上と様相を異にしている。

25時間移動平均流速(恒流)の変動は、CM2の60m層と100m層とでほぼ等しく、12月9日以降東分が急激に増加している。CM4での恒流は40m層と60m層ではほぼ等しく、9日以降北分が増加しているのに対し、

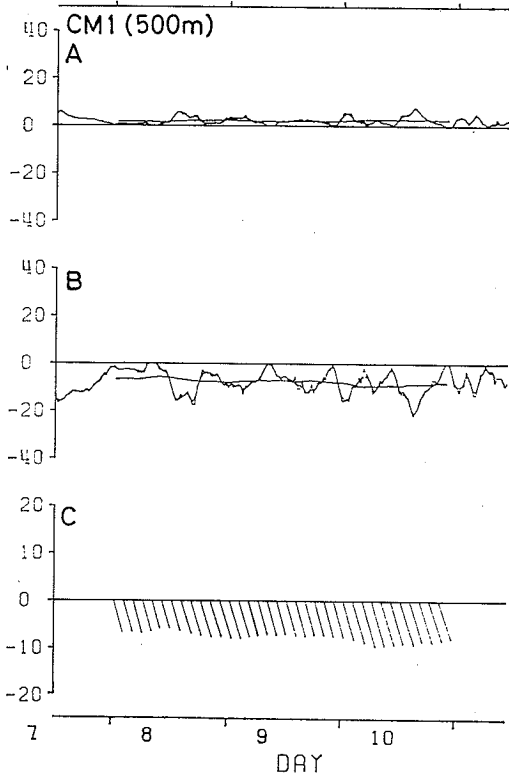


図6-1 流速変動 (CM1の500m層, 12月7日~11日) Aは東分, Bは北分の流速変動 (cm/sec)を示す。Cは25時間移動平均流速のベクトルで上方が北である。

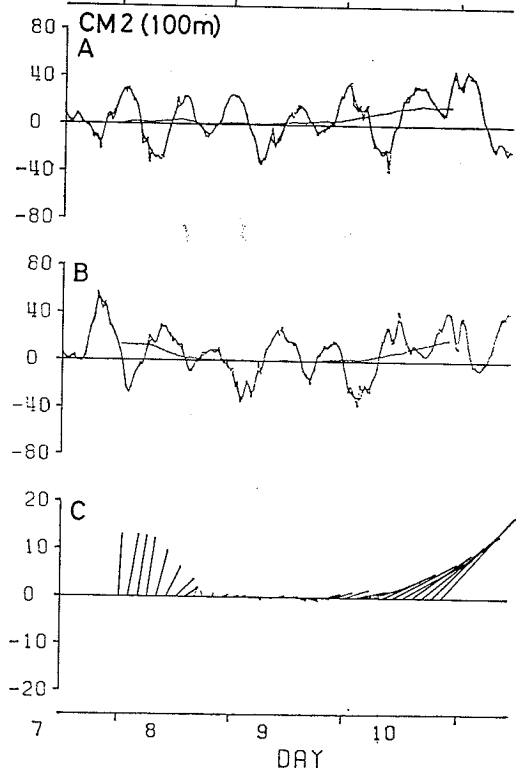


図6-2 流速変動 (CM2の100m層, 12月7日~11日)

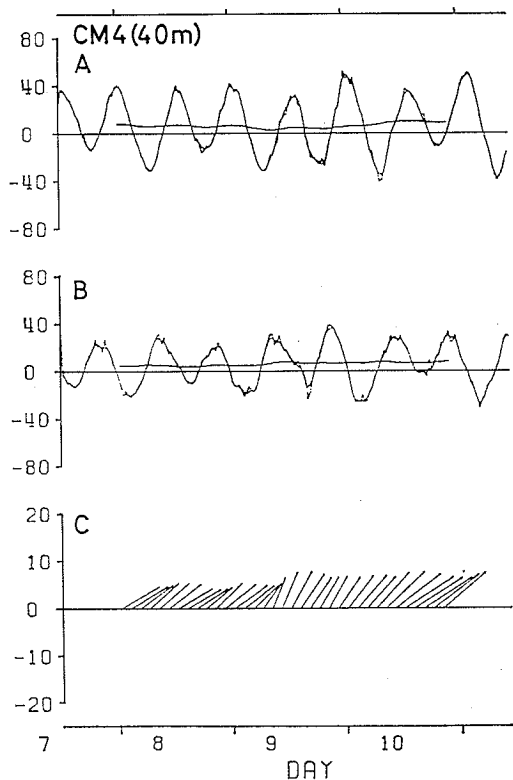


図 6-3 流速変動 (CM2 の 100 m 層, 12月7日~11日)

85 m 層は9日以降東分が増加している。このような陸棚上での恒流の12月9日以降の変動は、9日に起きた風向・風速の変化と対応していると思われる。

CM1 の 500 m 層での恒流は55日間の測定期間中常に南南東向き 5~10 cm/sec であった。この測流位置は図5の陸棚斜面の底層反流域にあり、地衡流計算結果とほぼ一致している。実測によって2カ月間持続する底層反流の存在が確認されたことになる。反流の向きは黒潮と正反対というよりは、黒潮に直交しているというべきであろう。

期間中の全平均流向は、CM1 の 500 m 層で南南東向き、CM2 の 100 m 層と CM4 の 85 m 層で北向きであり、CM2 の 60 m 層、CM4 の 40、60 m 層は北東~東向きであった。

### 5. 水塊分布変動

図3の水塊分類法を用いて徳之島北西海域の水塊の断面分布を求めた。図7-1と図7-2に各々12月のA断面、B断面における水塊分布を示す。図の上端の矢印は黒潮流軸位置である。

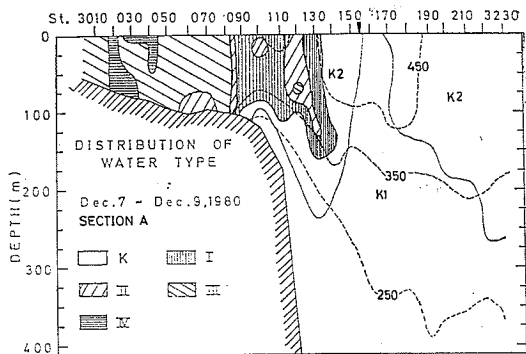


図 7-1 水塊分布 (A断面, 12月7日~9日)

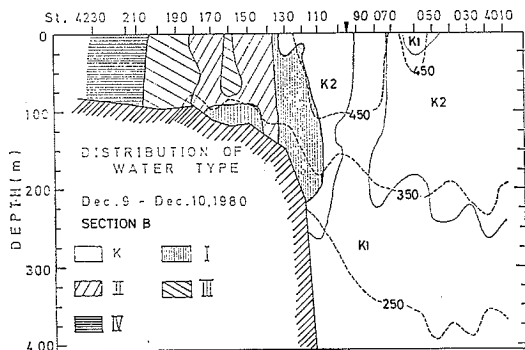


図 7-2 水塊分布 (B断面, 12月9日~10日)

図7-1では黒潮流軸北西20マイルの表層までI水が張り出している。A測線における10、11月の黒潮流軸は12月の位置より北西側へ10マイル移動した点であったが、その時の表層沿岸水の到達点もまた図7-1の位置より北西側10マイルの点であった。このことは、表層の沿岸水は黒潮流軸の変動とともに北西-南東に移動することを示唆する。

図7-1の陸棚斜面上の表層では沿岸水が等密度線に沿って約150m深まで南東へ下降している。このことはCM1の500m層での恒流が微弱ながら南東向きであることと対応するのかもしれない。また、図7-1の陸棚縁辺部の底層では、厚さ約40mの黒潮水が海底に沿って水深約100mの所まで這い上がっている。このことはCM2の恒流の北西向き成分が60m層より100m層の方が大きいことと対応しているようである。沿岸水の沈降、黒潮水の這い上がりは、10月と11月の水塊断面分布にも現われており、これらの現象が2カ月間以上維持されていることを示唆する。

B断面における水塊分布(図7-2)では、等密度線に

沿う沿岸水の沈降はあるものの、這い上がり現象はなく、逆に海底に沿って下降しているようにさえ見える。これは、いわゆる“カスケード現象”である。地衡流計算によると A 断面 陸棚斜面上の底層には黒潮流域があるが、B 断面では存在していない。すなわち、陸棚斜面上に底層反流域がある時のみ這い上がり現象があるようである。

陸棚および陸棚縁辺部における沿岸水域内での I, II, III, IV 水の断面分布はかなり複雑で、膨張、収縮、分裂、合体をくり返しているようである。NAGATA (1982) は、東シナ海陸棚縁辺での水塊断面分布の変動は、黒潮流軸方向に延びる水塊の位置変動によって生じている可能性を指摘している。潮流の主軸方向は黒潮を横断する方向であり、沿岸水と黒潮水の混合に何らかの役割を果たしていると思われる。しかし、水塊分布を潮流の時間規模で測定していないため、これについては何もいえない。

## 6. ま と め

1980年秋 2 カ月間の徳之島北西沖における反復海洋観測および陸棚から陸棚斜面上にかけての流速変動断面観測により次のことが明らかになった。

- 1) 陸棚斜面上の底層には、安定で弱い黒潮流が存在することが地衡流計算によって判明した。この反流の存在は、500 m 層に設置した流速計によっても確認され、黒潮を横断する南東向きの成分が大きい。
- 2) 陸棚縁辺部底層での黒潮水の這い上がり現象と表層下での等密度線に沿う沿岸水の約 150 m 深までの沈降現象は、上記の底層黒潮流と連動しているようである。
- 3) 底層黒潮流がない場合には、沿岸水は陸棚海底から等密度面に沿って沈降する。
- 4) 表層で沿岸水が占める領域は黒潮流軸の変動とともに移動する。

謝辞： 鹿児島大学練習船敬天丸の辺見富雄船長，鹿児島

大学練習船かごしま丸の植田総一船長，東京大学海洋研究所研究船白鳳丸の田玉一郎船長，各船の乗組員および各観測航海に同乗し協力いただいた皆様に御礼申し上げます。また、本報告で使用した図の作成に協力した高田薫氏に感謝する。本研究の一部は文部省特定研究経費「琉球島弧周辺海域における陸棚斜面漁場の開発利用に関する研究」による。記して謝意を表する。

## 文 献

- 稲葉栄生 (1980): 東シナ海大陸棚上における自記測流、海と空, **56**, 29-38.
- 井上尚文 (1975): 東シナ海陸棚上の海底付近の流動、海と空, **51**, 5-12.
- 井上尚文 (1981): 東シナ海および対馬暖流域における海況特性、「玉島の生物—老岐・対馬との対比—」、長崎県生物学会, 長崎, 29-72.
- 近藤正人, 玉井一寿 (1975): 東シナ海の流況、海と空, **51**, 3-4.
- 前田明夫・桜井仁人 (1980): 東シナ海陸棚斜面上の黒潮の相対流速断面構造、「琉球島弧周辺海域における陸棚斜面漁場の開発利用に関する研究Ⅱ昭和54年度研究経過報告書」、鹿児島大学水産学部, 鹿児島, 58-62.
- 前田明夫・桜井仁人 (1981): 東シナ海の黒潮の流路と流量の変動、「琉球島弧周辺海域における陸棚斜面漁場の開発利用に関する研究Ⅲ昭和55年度研究経過報告書」、鹿児島大学水産学部, 鹿児島, 46-49.
- NAGATA, Y. (1982): Oceanic Conditions in the East China Sea. Proc. of Japan-China Ocean Study Symposium on “Physical Oceanography and marine Engineering in the East China Sea” in 1981, Special Rep. of Inst. of Oceanic Res., Tokai University, 25-41.
- 佐原 勉, 半沢洋一 (1979): 東シナ海の水系分布、海と空, **54**, 13-26.
- YUAN, Y., J. SU and J. ZHAO (1982): A Single Layer Model of the Continental Shelf Circulation in the East China Sea, *La mer*, **20**, 131-135.

## 3. 東シナ海大陸斜面域における未利用資源調査の概要と魚種組成

北 島 忠 弘 (西海区水産研究所)

岸 田 周 三 (南西海区水産研究所)

佐藤敏郎・稲田伊史 (海洋水産資源開発センター)

この報告は西海区水産研究所と海洋水産資源開発センターが、東シナ海大陸斜面および沖縄舟状海盆においてこれまでに行った調査の概要を取りまとめたものである。調査内容は表1、図1に示すとおりであるが、これらのうち大半は既に報告書として公表されている。ここでは全般的な概要とその背景等について述べ、さらに第3次航以降の資料をもとに若干の考察を加えて、話題提供としたい。

なお、表1の第3次航は本報告「4」の環境特性と魚群分布に、第5・6次航は同じく「6」の玉縄と立縄による漁法にそれぞれ関連しているものである。

東シナ海大陸斜面および沖縄舟状海盆における生物資源については古くから大方の関心がもたれていた。殊に、1960年代後半から資源の減少に悩む以西底曳業界ではこの海域の開発が強く望まれていた。すなわち、戦後わが国の以西底曳網漁業は飛躍的な発展をみせ、その生産量は、1961年には35万トンを超えるに至った。しか

し、その後は操業の強化にもかかわらず生産の伸びはみられなくなった。このため、操業の効率化による漁獲増と省力化を狙って1966年以降、合併大型化を含む漁船の大型化が進められた。一方、減少する資源に対する漁獲努力の軽減を計るため、既存の陸棚漁場以外の漁場開発が待望されていた。

この間、“沿岸から沖合へ、沖合から遠洋へ”という呼び名のもと、我が国の漁業は汎世界的に操業するようになった。水産庁は、1967年秋に、遠洋トロール漁場の資源調査と新漁場開発を目的として、大型調査船開洋丸を建造した。同年12月にそのテスト航海を兼ねて西海区水産研究所に配置されることとなり、当水研としてははじめての大陸斜面のトロール調査が実施された(表1第1次航)。本調査における調査海域は東シナ海側の大陸斜面に重点がおかれ、琉球列島側は調査対象外となっていた。このトロール操業で、漁獲物から採集された魚種の数は160余種にのぼった。これらの中には、学術上かな

表1 調査実施状況

西海区水研が行った調査						
航海次	調査時期	調査船	調査場所	調査方法	操業回数	水深(m)
1	1967.12.4~15	開洋丸(2,539トン)	九州西方~魚釣島	トロール	14	120~1,060
2	'75.2.10~27	" ( " )	九州南西海域 (30°N以北)	"	32	100~1,000
3	'78.1.9~2.9	第8有漁丸(349トン)	30°以南~台湾	"	28	130~1,140
4	'78.2.23~3.24	第28漁安丸(349トン)	"	"	55	125~1,180
5	'78.11.2~79.1.24	第8有漁丸(349トン)	宮古礁	立縄, 玉縄	38	115~745
6	'79.9.9~80.1.25	" ( " )	九州~台湾	トロール(玉縄)	76 (44)	99~715 (150~850)
海洋水産資源開発センターが行った調査						
	調査時期	調査船	調査場所	調査方法	操業回数	水深(m)
	1981.6.1	第25龍昇丸	九州パラオ海嶺	立縄	32	330~1,300
	'81.12.23	(435トン)	東シナ海大陸斜面	底たてはえ縄 立縄	188 7	104~1,098

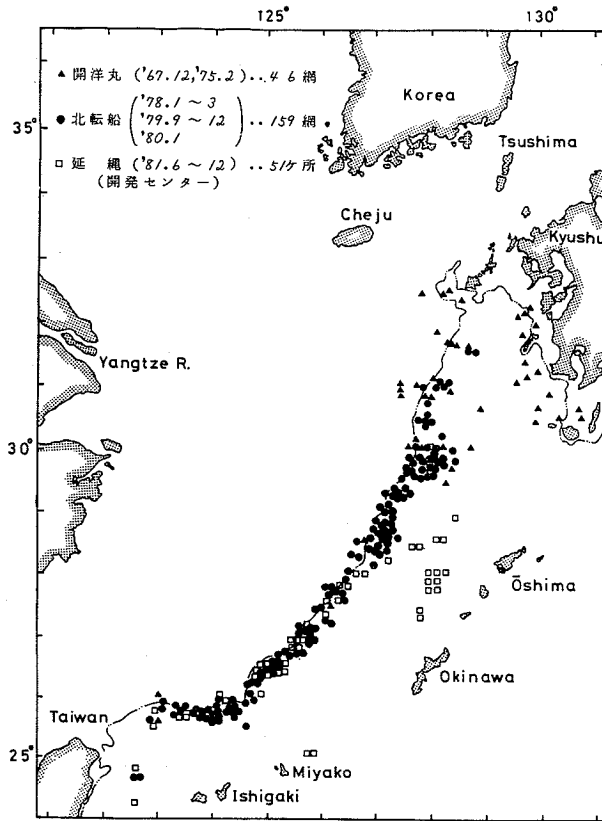


図1 試験操業地点

り興味ある深海性の生物（例えばヒレナガセクトリなどの新種）が得られている。更に、本調査の結果から、海底の起伏が激しい地形に適合した漁具の開発と漁獲水深幅の広い（120～740 m）スルメイカの精査の必要性があげられている（真道ほか，1971）。

表1の第2次航は、それまで海外漁場の開発調査が主体であった開洋丸が、1974年のいわゆるオイルショックの煽りを受けて、日本近海の漁場開発調査に切り替えられたという背景をもっている。従って、調査は冬季に行われ、東北・南西・西海の3水研が担当することとなった。西海区水研では1975年2月に北緯30度以北の大陸斜面を、東シナ海側と九州側を対比させながら、トロール操業によって調査を実施した。

結果の概要は得られた魚種数が176種で、東シナ海側と九州側の水深別魚種組成に差がないこと、魚種によっては（カガミダイ、カイワリなど）成長に伴って深い方へ移行するものがあると推定されること、MORISITA (1959)の類似度指数による深度別生物相は上・中・下層

の3つの水深帯に分けられ、それらの境界は、200～250 m、450～500 m\* 付近にあり、水塊の境界\*\*ともよく一致することなどがあげられている。そして、これら大陸斜面は海底地形の複雑さと環境の特殊性により漁場価値が低いとされている（北島・田川・岸田，1976）。

1977年になり、世界各国の200カイリ漁業水域の設定に伴い、わが国漁船の遠洋水域における漁獲が規制され始めた。特に、北洋で操業するいわゆる北転船に与える影響は大きく、その約30%が減船の対象となった。そこで水産庁は、これら北転船を用船し、1978年1月からわが国周辺の大陸斜面における未利用資源精密調査を開始した。この調査は、3カ年間継続実施され、かなりの基礎資料が蓄積された。初年度（'78.1～3）は、6隻の

\* 肥後ほか（1979）は、南琉球島弧周辺での調査を行い、400～450 mには魚類相の不連続線ともいふべきものが存在すると述べている。

\*\* 青山・北島（1977）は、計算された現場滲透圧による水塊の分離ともよく一致すると報告している。

調査船によって三陸沖(東北水研八戸支所), 九州パラオ海嶺(南西海区水研高知庁舎), 東シナ海(西海区水研)の3海域が対象となった。

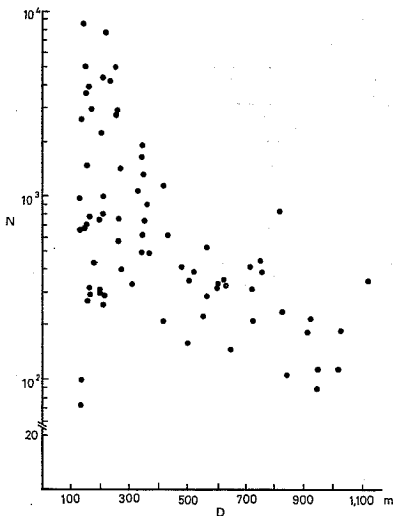


図2 水深別個体数

西海区水研では, 表1第3・4次航のとおり, 北緯30度以南の斜面において83回のトロール操業が行われ, 魚類320余種が採集された(北島・岸田・井上, 1979)。網次別の水深別個体数を図2に示した。個体数は, 水深200~300m以浅で多く, 300~500mにかけて漸減し, 500m以深では少なくなる。本調査によって得られた魚種のうち, 出現頻度が比較的高い個体数を水深別に配列したものが図3である。更に, 図3のソコダラ科をみると, 水深100m台から1,000m台までの幅広い漁獲水深となっているため図4のように細分類\*したものである。なお, 体長組成が水深別に変化していると思われる魚種の一例として, ムツ(図5)とソコホウボウ(図6)について示している。これらの詳細な検討については, 近く発表される報告にまちたい。

表1第5次航(1978年度)の水産庁用船によるこの種の調査は, 更に範囲が広がり, 前年度の他に北水研, 日水研, 東北水研, 東海水研が加わり, 夫々の担当海域において調査が行われた。

西海区水研では, 当初, 琉球列島側斜面におけるトロ

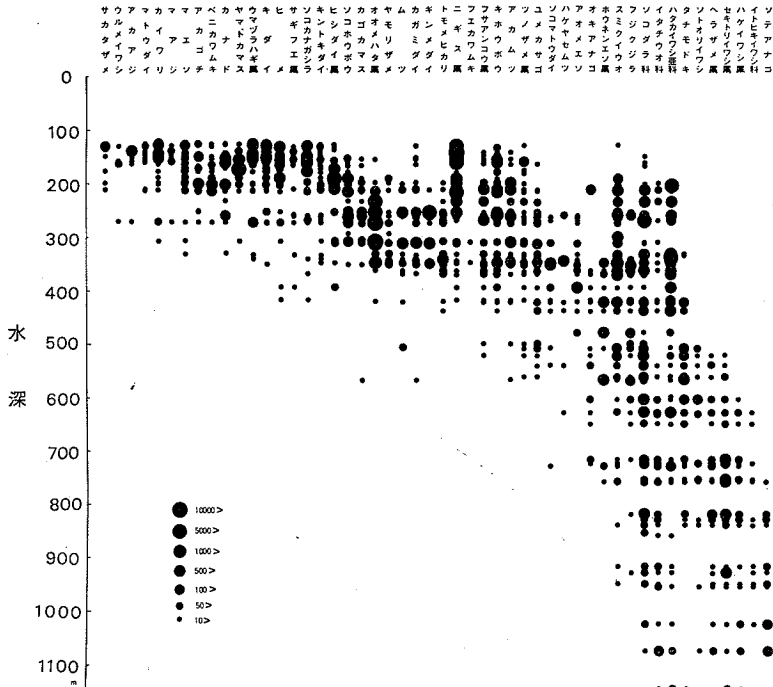


図3 魚類鉛直分布(第3・4次航)

\* 本調査全般にわたる魚種同定は高知大学の岡村教授にお願いした。厚くお礼申し上げます。

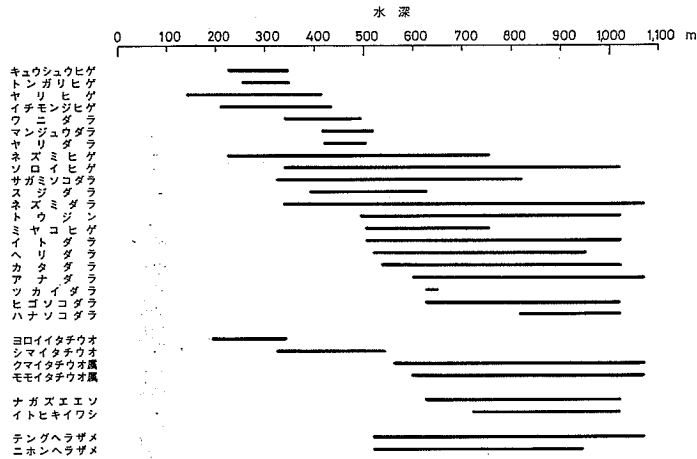


図 4 魚類鉛直分布 (細分類)

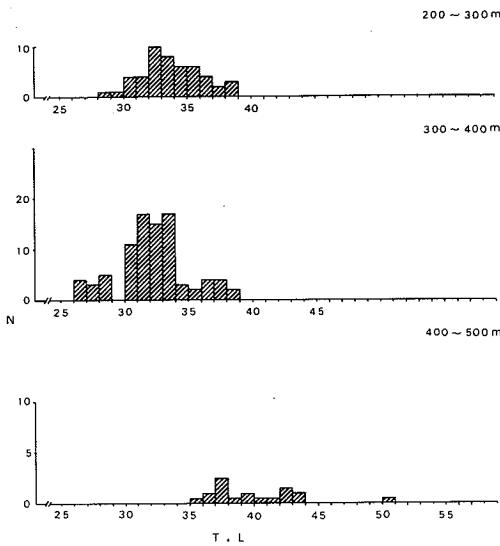


図 5 ムツの体長組成

ール操業を計画していた。しかし、調査の実施段階において、地元漁業との調整のため、止むなく立縄および玉縄による操業に切り替え、調査海域も宮古バンクに変更した(調査結果は本報告「6」で報告される)。

なお、1978、'79年度の調査は、水産大学の協力を得て共同調査の形で進められた。

表1第6次航の調査は、前年同様6水研で、夫々の担当海域において実施された。

西海区水研では、玉縄による調査と併行して76回のトロール操業が行われた(北島ほか, 1981)。採集漁具は調査期間の前半は、1978年に作製した以西型のものをその

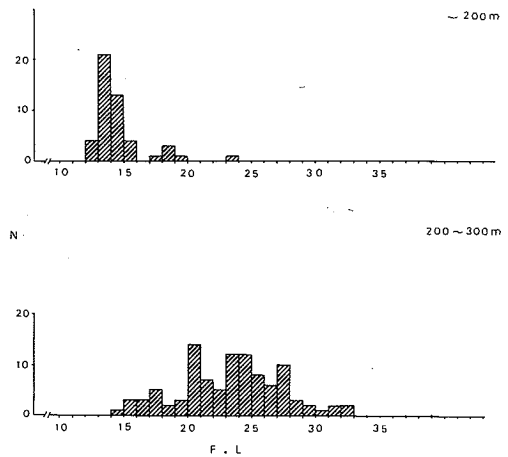


図 6 ソコホウボウの体長組成

まま使用したが、後半において海底障害物によりこのトロール網を流出したため、北転船規模のもの(H.R.長58m)を使用した。採集された魚類は約300種が確認されている。図3の場合と同様に魚類約60種について、漁獲水深の上限下限とから個体数の鉛直分布を図示したものが図7である。同じ水深別の体長組成をヒメ(図8)とアカムツ(図9)について図示した。

これらを総合してみると、この海域における魚類の鉛直分布は、大きく3つの群に分けることができる。すなわち、その一つは陸棚縁辺部の水深200m以浅で漁獲される群(マアジ、キダイ、ヒメダイ、エソ類など)と、もう一つは200~500mで漁獲される群(ニギス、オオメハタ、アカムツ、アラ、カガミダイなど)で、この水

シンポジウム「水産海洋」

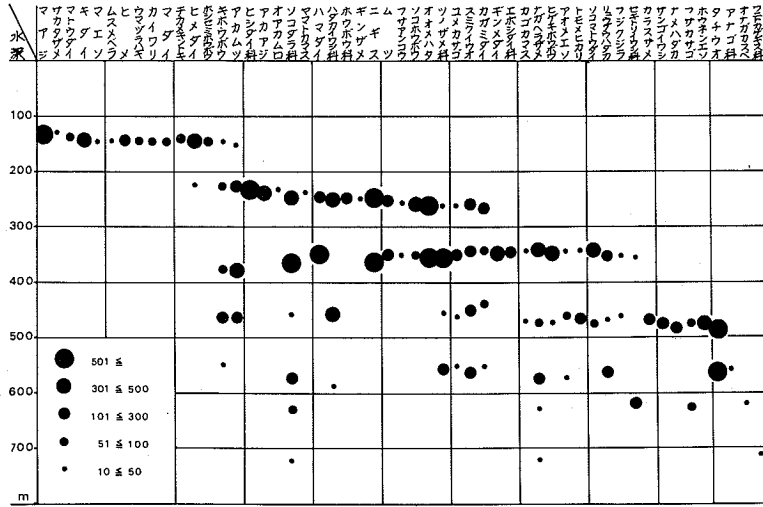


図 7 魚類鉛直分布 (第 6 次航)

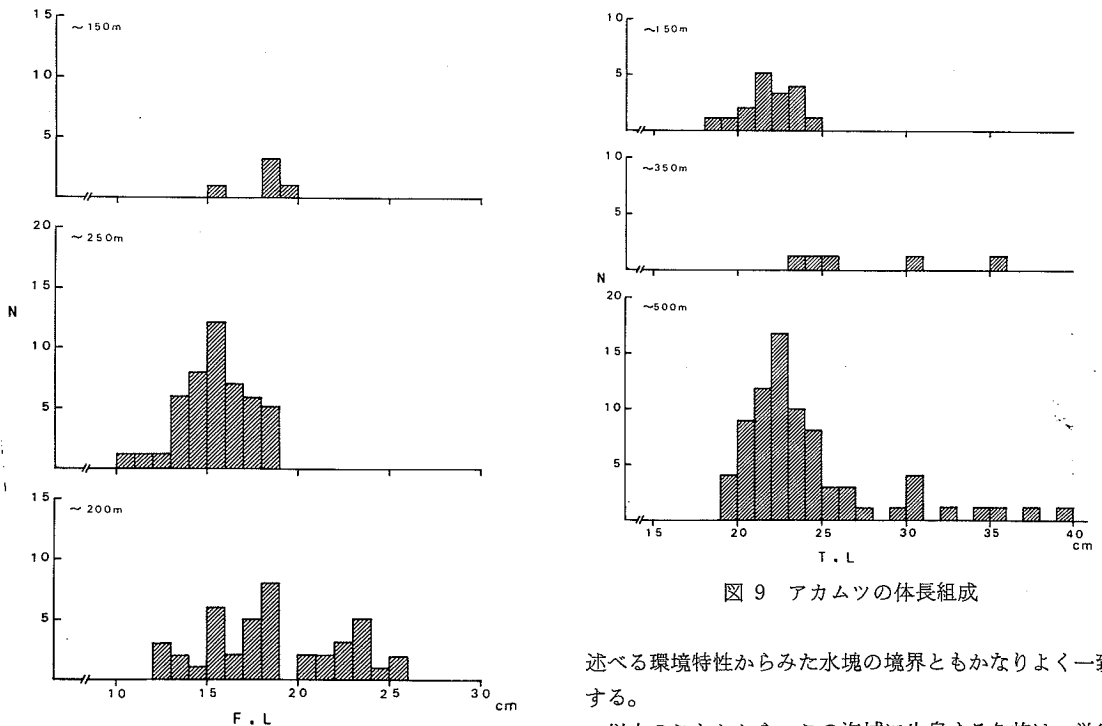


図 8 ヒメの体長組成

図 9 アカムツの体長組成

深帯までは経済的有用種がかなり含まれているが、それ  
以深および海盆底上になるとホウネンエソ、サンゴイワ  
シ、テングギンザメ科など深海魚が多くなる。

これら深度別生物相の 3 群の境界は、本報告「4」で

述べる環境特性からみた水塊の境界ともかなりよく一致  
する。

以上のことから、この海域に生息する魚族は、学術  
的にはかなり興味をもたれるが、経済的有用種について  
みると、水深の下限は 500 m 台付近までである。しか  
も、全般的に海底の起伏が激しく、漁法の技術上の困難  
性等も考え合わせると、その生産性はあまり期待できな  
いようである。



海洋水産資源開発センターによる新漁場企業化調査は昭和56年6月から12月までの間、東シナ海大陸斜面および九州パラオ海嶺を対象に底はえなわ漁法によって行われた(表1)。東シナ海大陸斜面における操業日数は107日で、操業回数は195回(底たてはえ縄188回、底はえ縄7回)で、漁獲量は30.9トンであった。漁獲物の中で有用魚種は、ツマリツノザメ (*Squalus brevirostris*) およびトガリツノザメ (*S. japonicus*) が4.5トン(15%)、キンメダイ (*Beryx splendens*) が4.1トン(13%)、アラ (*Nippon spinosus*) が3.3トン(11%)、アイザメ類 (*Centrophorus atromarginatus*, *C. uyato*) が3.2トン(10%)、カサゴ類 (*Scorpaenidae*, spp.) が2.0トン(6%)であり、その他ハマダイ (*Etelis carbunculus*)、ムツ類 (*Scombrops boops*, *S. gilberti*)、メダイ (*Heteroglyphe japonica*) などが若干漁獲された。このうち、アラ、ツノザメ類、カサゴ類は主として西部および東部海区で、キンメダイは海山海区で、アイザメ類は海山および南西諸島斜面海区で漁獲された。

調査した海域を図10に、主要魚種のCPUE(有効針1,000本当りの漁獲尾数)を海区別水深別に表2に示した。主要魚種の分布状態および漁場は以下のとおりであった。

1) キンメダイ (図11-(1))

分布域は主に海山海区と南西諸島斜面海区にあったが、海山海区の第1海山では1日626尾(1,124kg)の漁獲があり、高い密度を示した。漁獲水深は501~800mの範囲であるが、特に分布密度の高い水深帯は501~700mであった。漁場は海山の山頂付近と斜面に形成されたが、日別の漁獲変動が大きく、魚群の遊泳深度の変化はかなり大きいものと推定された。

2) アラ (図11-(2))

主な分布域は西部および東部海区にみられたが、南西諸島斜面海区では漁獲がなかった。西部海区で1日75尾(373kg)の漁獲を記録した日もあったが、同一漁場で2~3日操業すると漁獲量は減少する傾向があった。漁獲水深は101~700mの範囲であったが、分布密度の高い水深は201~600mであり、相対的にみて西部海区がより深く、魚体も大型のものが多かった。漁場は陸棚斜面の屈曲した南寄りの張り出し部分に形成され、底質は砂または泥であった。

3) アイザメ類 (図11-(3))

分布域は南西諸島斜面および海山海区にみられ、東部および西部海区では漁獲されなかった。海山海区の第2海山で1日87尾(542kg)漁獲された日があったが、同

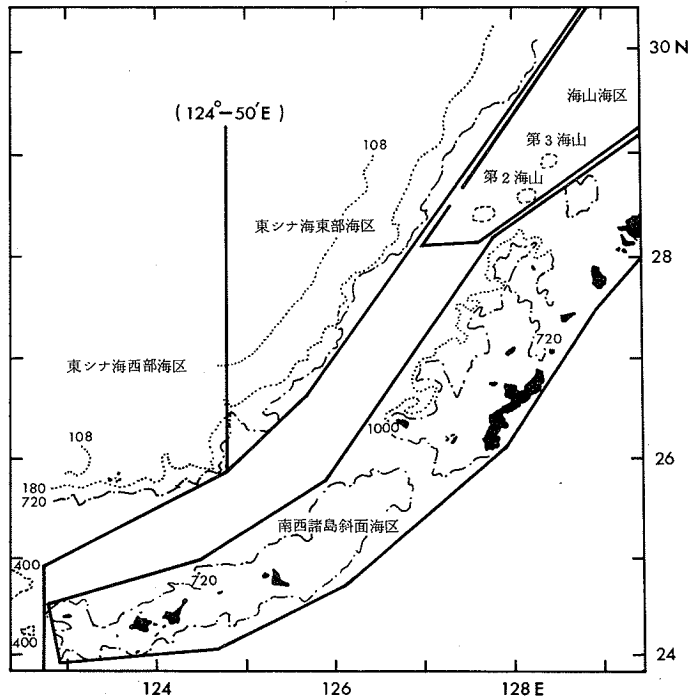


図10 調査海域と海域区分名

シンポジウム「水産海洋」

表 2 主要魚種の水深別 CPUE

CPUE: 有効針 1,000 本当たり漁獲尾数

海 区	西 部									東 部												
水 深(m)	101	201	301	401	501	601	701	801	901	101	201	301	401	501	601	701	801	901				
範 囲(m)	200	300	400	500	600	700	800	900	1,000	200	300	400	500	600	700	800	900	1,000				
ハ マ ダ イ	0.2									3.9 2.4												
ア ラ	0.2	3.6	3.9 18.1			0.4									0.8	4.3	4.0	0.5				
ム ツ	0.0	1.2	1.4	0.2	0.2									0.9	2.3	3.6	0.5					
メ ダ イ	0.0		1.4									0.0		0.4	0.0							
キンメダイ					0.2																	
カ サ ゴ	0.4	12.9	4.3	12.6	35.2	6.9									0.3			18.9	26.7			
アイザメ																						
ツノザメ類	0.9	20.9	1.4	20.9									19.0			15.0	11.2					

海 区	南 西 諸 島 斜 面									海 山												
水 深(m)	101	201	301	401	501	601	701	801	901	101	201	301	401	501	601	701	801	901				
範 囲(m)	200	300	400	500	600	700	800	900	1,000	200	300	400	500	600	700	800	900	1,000				
ハ マ ダ イ	5.7		0.3										0.2									
ア ラ													0.2		0.1							
ム ツ	4.0		30.5	5.0	0.2												3.7	11.0	4.3	0.6	0.1	
メ ダ イ	0.9											2.3		10.0	1.9	0.1						
キンメダイ					1.3	0.3	0.9									0.6		45.1	54.6	18.6		
カ サ ゴ	0.5			5.2	0.1												0.1		2.2	0.2	0.2	
アイザメ	0.5		2.8	4.7	3.6	8.0	7.3	13.6									1.8		0.4	1.6	8.5	5.4
ツノザメ類	1.6		1.9	0.7	0.5	0.1	0.1									5.5		5.8	0.1	0.2		

一漁場で操業すると急激に漁獲量が減少する傾向があった。漁獲水深は 301~1,000 m の範囲であったが、分布密度の高い水深帯は 701~1,000 m であった。漁場は海山の斜面部とそれに続く平坦部および起伏の連続する地形のうち比較的なだらかな斜面に形成され、底質は岩盤または泥の場合が多かった。

4) ムツ類 (図 11-(4))

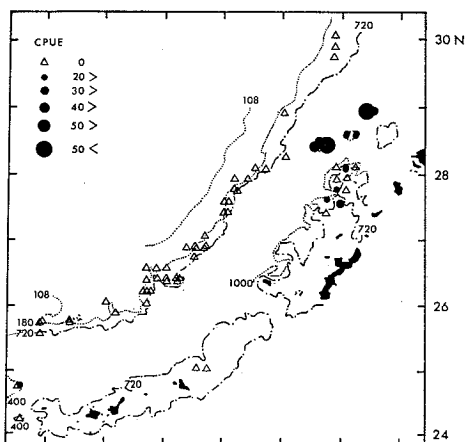
本種は調査海域全体に広く分布していたが、西部海区では比較的少なかった。南西諸島斜面域で1日66尾(107 kg) 漁獲された日があったが、同一漁場で連続して操業すると漁獲量は大幅に減少する傾向があった。漁獲された水深範囲は 101~800 m であったが、分布密度の高い水深は西部および東部海区では 201~400 m、海山および南西諸島斜面海区では 401~500 m であった。漁場は海底起伏の激しい凸部および斜面で、底質が岩盤の水域に形成される傾向がみられた。

5) メダイ (図 11-(5))

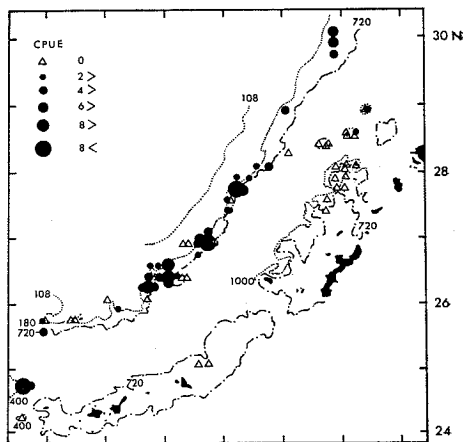
本種は陸棚斜面域に若干分布していたが、主な分布域は海山海区に限られ、特に、第2海山では1日当り37~46尾(150~153 kg) 漁獲された日があった。漁獲水深は 101~700 m の範囲であったが、このうち分布密度の高い水深は 401~500 m の範囲であった。漁場は海山の山頂や起伏の激しい凸部の頂部付近に形成される傾向があったが、漁場面積が極めて狭いうえ、潮流の速い場合が多かった。

6) ハマダイ (図 11-(6))

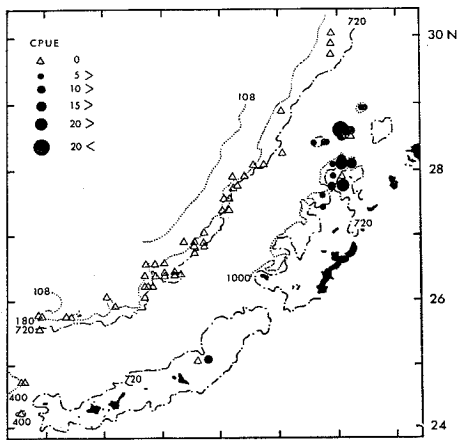
本種は主に東部海区に分布し、特に、魚釣島東方の陸棚斜面が南寄りに張り出した水域で1日140尾(163 kg) の漁獲がみられた。しかし、他の海区では連続して漁獲が続く水域はなかった。漁獲された水深範囲は101~500 m であったが、主として 101~300 m の範囲で CPUE の高い傾向がみられた。漁場は全般に起伏の激しい地形の



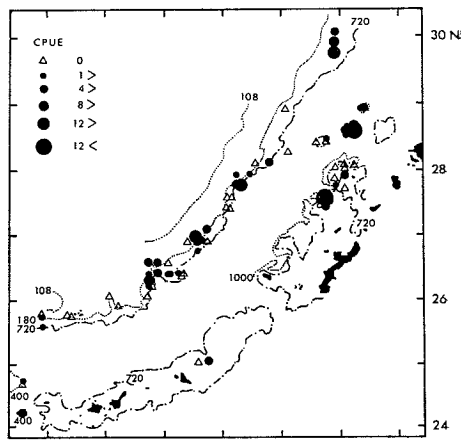
(1) キンメダイ



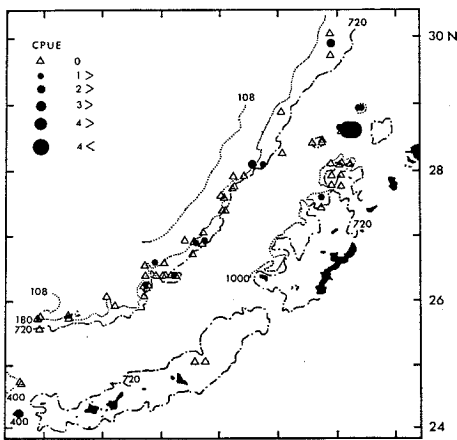
(2) アラ



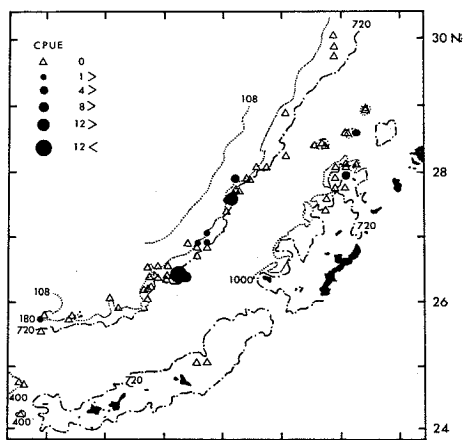
(3) アイザメ類



(4) ムツ類



(5) メダイ



(6) ハマダイ

図 11 主要魚種の漁獲尾数分布 (CPUEは有効針1000本当りの漁獲尾数で示した)

凸部分に形成され、底質が岩盤またはサンゴ質の水域で多く漁獲される傾向があった。

以上の結果、本調査海域は魚種組成が多様であるが、商品価値の高い魚種の分布密度は低かった。漁場の形成はほとんどが陸棚斜面の起伏のある水域と海山の山頂付近に限られているため漁場面積は狭かった。これらのことからアラ、カサゴ類、アイザメ類の漁獲には底はえなわ漁法が有利と考えられるが、これらの魚種を除けば、むしろ小型漁船による機械式手釣りまたはタル流し漁法がより効率的に操業でき、漁具の損失も少ないと考えられる。また、この海域は南西諸島から極めて近い地理的位置にあり沿岸漁業の漁場となりうる要素をもっているが、その場合、海山海区のキンメダイ、東部海区のアラおよび南西諸島斜面海区のアイザメ類が主な対象魚種となるものと思われる。特にアイザメ類は肝臓の商品価値が高く、今後肉質部についても付加価値が高まれば極めて重要な対象魚種となるであろう。また、キンメダイおよびアラは南西諸島では概してなじみが薄いため商品価値が低い、これらの魚種は高級魚として扱われている地方もあり、今後販売方法を工夫することにより商品価値を高めることができると考えられる。

本調査は6月から12月までの限られた期間の調査であったが、以上の点を考慮すると、本調査海域は企業的には調査船として使用したような400トン型の大型はえなわ船が操業する程の漁場ではなく、むしろ小型はえなわ漁船による沿岸漁業の補完的漁場としての価値があると判断される。

#### 4. 東シナ海大陸斜面域における環境特性と魚種分布

##### はじめに

東シナ海および九州南西方の大陸棚の外周をとりまわっている大陸斜面は、1,200 km以上に達する長大なものである。このうち漁業生産の期待がもたれる200~500m深の海域の面積は約7万km<sup>2</sup>の広さに及んでいる。

報告「3」にも記述されているように、東シナ海的主要漁業である以西底びき網漁場の隣接海域として従来から漁場価値をめぐって強い関心が寄せられていた。

西海区水産研究所では、1967年12月に水産庁調査船開

最後に、原稿の校閲をお願いし、種々のご教示を頂いた当所資源部底魚資源第1研究室長大滝英夫博士に対し厚くお礼申し上げます。

##### 文 献

- 青山恒雄・北島忠弘(1977): 東シナ海大陸斜面周辺の海況と分布する魚類. 第23回西海区水研ブロック漁海況連絡会議における発表および特別講演報告書, 15-23. 西海区水産研究所.
- 肥後伸夫・植田総一・今井健彦・不破 茂・上水樽豊己・西田雄祐(1979): 南琉球島弧周辺海域における底生魚類の分布について. 琉球島弧周辺海域における陸棚斜面漁場の開発利用に関する研究(昭和53年度研究経過報告書), 24-34, 鹿児島大学水産学部.
- 北島忠弘・田川 勝・岸田周三(1976): 九州南西海域の大陸斜面及び沖縄舟状海盆におけるトロール調査結果について. 西水研研報, (48), 47-82.
- 北島忠弘・岸田周三・井上尚文(1979): 東シナ海大陸棚斜面未利用資源精密調査報告. 大陸棚斜面未利用資源精密調査報告書, (昭和52年度), 139-308. 水産庁研究部・東北区水産研究所・南西海区水産研究所・西海区水産研究所.
- 北島忠弘・前田 弘・廣瀬 誠・俵 悟・内田和良・浜口正人(1981): 同誌(第3年度版), 337-547. 水産庁研究部・北海道区水産研究所・東北区水産研究所・東海区水産研究所・南西海区水産研究所・西海区水産研究所・日本海区水産研究所.
- 真道重明・青山恒雄・山下秀夫・庄島 洋一・北島忠弘(1971): 東シナ海陸だな縁辺部斜面の深海漁場について(1967年の開洋丸による調査結果). 西水研研報, (40), 67-113.

井上尚文・北島忠弘 (西海区水産研究所)

岸 田 周 三 (南西海区水産研究所)

洋丸によって試行した調査<sup>1)</sup>を皮切りに東シナ海大陸斜面域における資源生物並びに漁場環境等の調査を数度にわたって実施してきた。

本報告では調査で得られた知見や既往の関連資料に基づいて、東シナ海大陸棚外縁付近から大陸斜面および海盆域の海況を概観し、主として水塊の鉛直的な性状からみた環境特性と魚種分布との関係について若干の考察を加えて報告する。

1. 海底地形と海況の概要

調査の対象となった海域は、台湾から九州南岸にいたる大陸棚外縁と南西諸島によって囲まれた部分で、この範囲には大陸斜面と沖繩舟状海盆および南西諸島弧などの地形区が存在している。

大陸斜面の幅は九州西・南海域でやや広いが、東シナ海側の大陸斜面は南部にゆくほど次第に狭くなっている。大陸斜面には顕著な凹凸の地形や段丘地形が形成されているが、とくに大陸棚外縁から大陸斜面に移行する部分の地形は変化に富み複雑である。また、五島海底谷をはじめ多くの海底谷が大陸斜面を刻んでいるが、これらの海底谷も大陸斜面に一段と変化をもたせている<sup>2)</sup>。

南西諸島弧は慶良間列島南方の深みを境にして南部が単弧で、北部が複弧で構成されている<sup>3)</sup>。複弧は非火山性の島々からなる外弧と一連の活火山島からなる内弧が平行して分布しているが、南西諸島の海底地形が南部よりも北部が複雑であるのは複弧のためである。とりわけ内弧に沿った海域はさらに複雑な地形となっている。この海域には漁業者などが曾根・堆・瀬などと呼んでいる海底隆起が数多く点在している。

大陸棚外縁付近から海盆底に至る底質についてみると、東シナ海大陸棚外縁一帯は砂質堆積物 ( $Md\phi$ , 2-3) である。含泥量は 5% 以下で少なく、貝殻などの石灰質の生物遺骸の破片を多く含んでいるのを特徴としているこの堆積物は、水期海水準低下時の残留堆積物 (relict sediment) といわれている<sup>4)</sup>。大陸斜面部における砂質堆積物から泥質堆積物 ( $Md\phi > 4$ ) への移行はかなり急激であるが、泥線深度は深く 400~500 m 深付近にある。500 m 以深の海域を含む沖繩舟状海盆底には微粒な粘土質の堆積物が広く分布している。しかし、特異な粒度組成を示す海域としてトカラ海嶺付近からその西側海域があげられる。この海域では 700 m 以深でも泥質堆積物がみられず粗粒堆積物 ( $Md\phi$ , 1-2) が分布している。著しく複雑な海底地形によるものと考えられるが、この海域は黒潮の流域にあたっており、700 m 以深の海底付近でも微粒子の堆積を許さない位の強い流れの存在が示唆される<sup>5)</sup>。

東シナ海に流入した黒潮は大陸斜面に沿って北東に流れ、奄美大島の北西海域で徐々に大陸斜面から離れて向きを東に転じ、トカラ海嶺を越えて太平洋に出る。この間に魚釣島近海で大陸棚上を北流する黒潮分派を派生する。黒潮の最大分枝流である対馬暖流については、今なお不明な点が多いが従来からの説によると、暖流の母体は奄美大島北西方の大陸斜面、すなわち黒潮の転流点付

近で派生されている。

大陸斜面沿いにおける黒潮強流帯の位置は、大陸斜面上のほぼ 300~500 m 深付近に存在し、多少の変動はあるが比較的安定した位置を保っている。しかし、大陸斜面を離れて以降の黒潮は 29°-30°N~31°N の間を東に流れ、主流路の変動幅はかなり広い。また、トカラ海嶺にさしかかるあたりでは、短期間内に南北方向の著しい変動を繰り返しながら太平洋に出ている<sup>6)</sup>。

黒潮の流量を沖繩北西断面(長崎海洋気象台のPN線)でみると、1972年~1981年までの10年間に於ける 700db面を基準として求めた黒潮の最大流量は、 $30.07 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ 、最小流量は  $16.50 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$  で、その差は2倍以上に及んでいるが、年平均值は  $25.5 \pm 2.7 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$  である<sup>7)</sup>。

東シナ海大陸棚外縁およびその近くの大陸棚域の流れは黒潮の影響を受け、また卓越した潮流などのために複雑であるが、海底用人工クラゲ調査結果<sup>8-10)</sup>や位置測流で得られた恒流成分の分布からみると、大陸棚外縁の等深線にほぼ平行した流れの存在が知られる。

2. 鉛直的にみた水塊特性

大陸斜面域のこれまでの調査は主として冬季に行われている。後述の魚種分布の関連をみるために、図1に示す1978年の冬季の気象庁と長崎海洋気象台の観測結果を

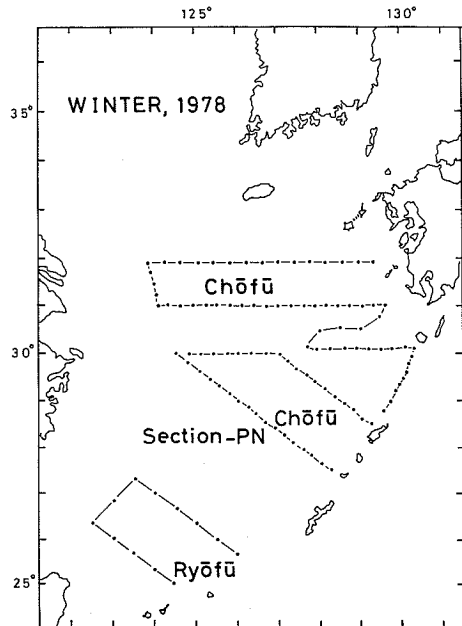


図1 海洋観測点(凌風丸・長風丸、1978年1月22日~2月14日)

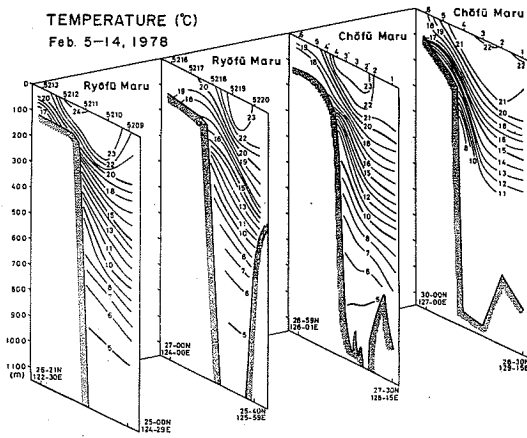


図 2 水温の鉛直分布

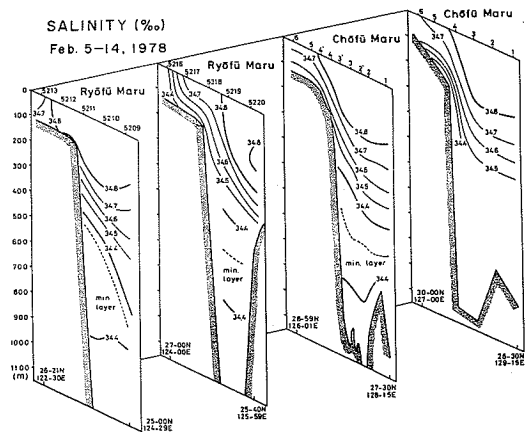


図 3 塩分の鉛直分布

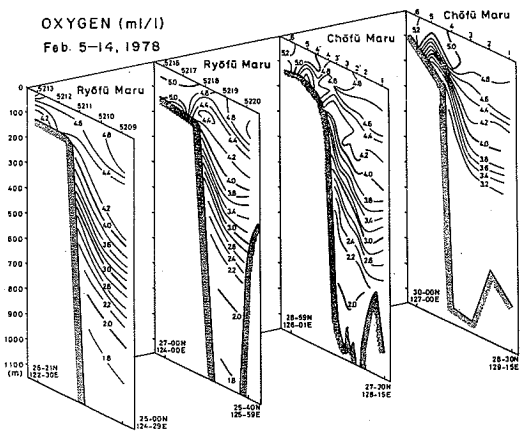


図 4 溶存酸素量の鉛直分布

用いて水塊を考察する。

図 2~4 に大陸斜面を横切る 4 断面の水温、塩分および溶存酸素量の鉛直分布をそれぞれ示した。

表層部は冬季の対流による盛んな混合によって混合層がよく発達している。また、warm core となっている 21~23°C 台の表層混合層や大陸斜面上層部から海盆域にかけての主温度躍層の急激な傾斜は黒潮主流域の特徴を明瞭に表わしているといえよう。各要素の鉛直勾配は大陸斜面部で大きく、海盆域に向かって緩やかになりながらその分布深度を深めている。一見したところ深みの水が大陸斜面沿いに大陸棚外縁付近まで、恰もはい上っているような状況を示している。大陸斜面部の“はいあがり現象”とも呼ばれているこれらの状況は黒潮の強さや流軸位置の動きなどによって、かなり変化するとみられるが、大陸斜面における黒潮流域の鉛直水理構造の典型的なパターンである。

表層混合層以深の水温は、大陸斜面部の 200 m 深で 15~16°C、500 m 深で 8~9°C、700 m 深で 6~7°C、900 m 深で 5°C 前後である。これに対して海盆域では 200 m 深から順に 20°C、11~12°C、7°C、5°C 前後で、

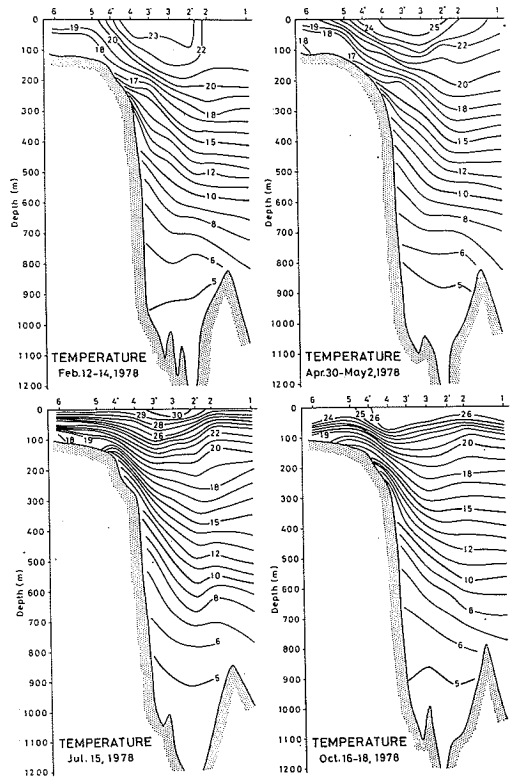


図 5 沖縄北西方断面における四季の水温鉛直分布

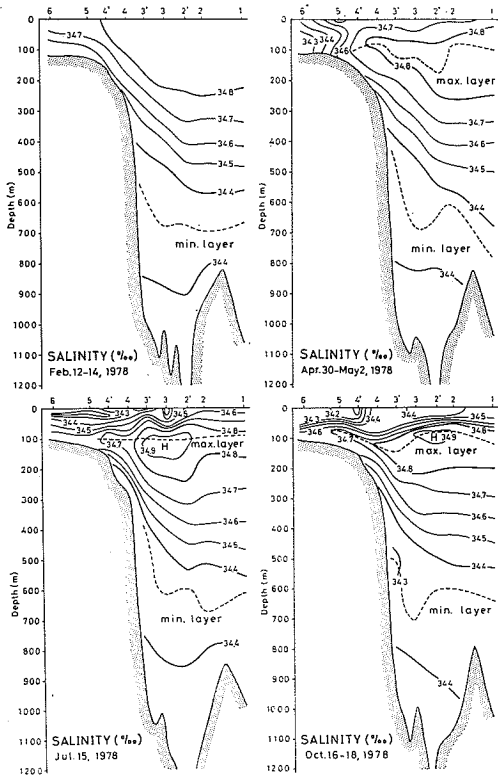


図 6 沖縄北西方断面における四季の塩分鉛直分布

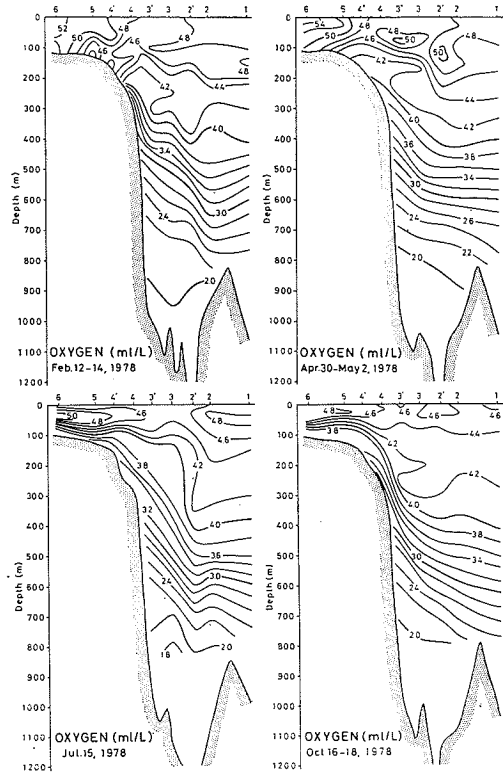


図 7 沖縄北西方断面における四季の溶存酸素鉛直分布

500 m 以浅では同じ水深帯でも水温はかなりの違いをみせている。

塩分 34.8‰ 台の表層混合層は 250 m 深付近まで達し、かなりの厚さをもっているが、混合層以深では徐々に低塩となり、大陸斜面部 500 m 深、海盆域で 700 m 深付近に塩分極小層が形成されている（一番北側の観測線は最深観測層が 539 m であったので、極小層は不明）。極小層の塩分は 34.31~34.35‰ である。極小層を過ぎると塩分は増加するが、900 m 深で 34.4‰ を僅かに超える程度である。

溶存酸素量は表層混合層付近では多少複雑な分布を示しているが、混合層以深の等酸素量線の勾配や配列は水温や塩分のそれとよく類似している。800~900 m 深付近で 2 ml/l 前後、そして 1,000~1,100 m 深付近に 1.8 ml/l 前後の酸素極小層が形成されている。

さて次に冬季との比較の対象に沖縄北西方断面（長崎海洋気象台 PN 線）の冬季も含めた四季別の水温（図 5）、塩分（図 6）、溶存酸素量（図 7）の鉛直分布を示した。

まず水温からみると、冬季の表層混合層の水温は春季

には表層からの水温上昇に伴い温度躍層が形成されはじめている。この躍層は夏季になるとさらに発達し、成層は極めて顕著な状態を示している。これも降温期の秋季には鉛直混合によって、50 m 以深ではすでに混合層となっている。季節温度躍層の深度は時期によって異なっているが、大陸棚~大陸棚外縁で 30~70 m 深、大陸斜面~海盆域で 80~120 m 深付近に存在している。成層期の鉛直水温構造は躍層の状態に特徴づけられているが、季節温度躍層以深では、季節による相違はほとんどみられず、等温線は四季を通してほぼ同じ水深帯に分布している。

一方、塩分も春季頃から表層付近で低塩化がはじまり、夏季には顕著な塩分躍層が形成されている。塩分躍層の深度は季節温度躍層の深さとほぼ一致している。表層付近での著しい塩分低下は中国大陸沿岸水の影響によるものであるが黒潮主流域もそれらの影響をかなりうけている。このため、大陸棚外縁から海盆域の塩分躍層の下には、塩分極大層が形成されている。極大層の塩分は 34.8~34.9‰ で、極大層を 34.8‰ の等塩分線で見ると、

上限水深は 75 m 深、下限水深は 250 m 深付近にある。

一方、塩分極小層は既に述べたように、分布の中心深度は大陸斜面寄りでは 500 m 深、海盆域で 700 m 深付近にある。塩分極小のために 34.4‰ の塩分線が 2 つ存在し、上層のそれは水温 10~11°C、下層は 5~6°C の等温線とよく対応している。

成層期の春~夏季の上層部には部分的に酸素極大層が形成されているが、200~300 m 深付近の酸素躍層以深では季節による相違もほとんどなく、本質的には水温・塩分と類似した分布を示している。

次に本海域に分布する水塊を T-S diagram により考察する。図 8 は 32°N 以南の大陸棚 (100 m 以深) から黒潮流域における全観測値を記入して求めた四季別の T-S diagram である。また、図 9 に黒潮域の代表点における T-S diagram も併せて示した。

図から明らかなように、季節による特徴や塩分極大・極小などの諸特性をもつ水塊が認められる。冬季を除くと、上層の 16°C 以上の高温部では黒潮の高塩分水側か

ら塩分の低い方へ扇状に広がり、大陸棚上の水塊との間で水平混合の盛んなことが示唆される。特に注目されるのは四季を通して 16°C 以下の水温のところでは、ほとんど混合がみられない。これらの特徴については既に佐原ら<sup>11)</sup>が報告しているように、大陸棚上の水塊との混合に直接関与する黒潮系水は 150 m 以浅の上層水に限られ、大陸斜面以深の水塊との交流はないとみられる。

以上、本海域の水塊の特徴をみてきたが、冬季の混合層、成層期の躍層の消長、塩分極大、極小などの諸特性を整理すると、大陸棚外縁から大陸斜面および海盆域にかけては海深別に 3 つの水塊に識別することができる。一応、ここでは上層、中層、下層水と呼んでおくと、上層水に中層水はそれぞれ 2 つの水塊に細区分できるので、この海域では 5 つの水塊の層重で構成されている。

上層水: 海深 250 m 深付近までの水で、塩分極大 (34.8~34.9‰) で特徴づけられる黒潮上層水およびその水と大陸沿岸水との混合によって形成された混合水からなる。冬季は鉛直混合によって、ほぼ均一な状態を示しているが成層期には顕著な水温・塩分躍層が形成され、躍層以浅は著しい高温・低塩な水に変質する。

季節変化が大きく、塩分極大層以浅 (100~120 m 以浅) のこの水塊は大陸棚外縁付近で大陸棚の水と盛んな水平混合を示しているの上層水のうちでも表層混合水と呼んでよかろう。

中層水: 250~700 m 深に分布する塩分極小層以浅の水である。この水は 500 m 深付近でそれ以浅と以深の水塊に細区分される。500 m 以深の塩分は 34.4~34.7‰ で黒潮の高塩分水の性質をかなりもっている。水温は

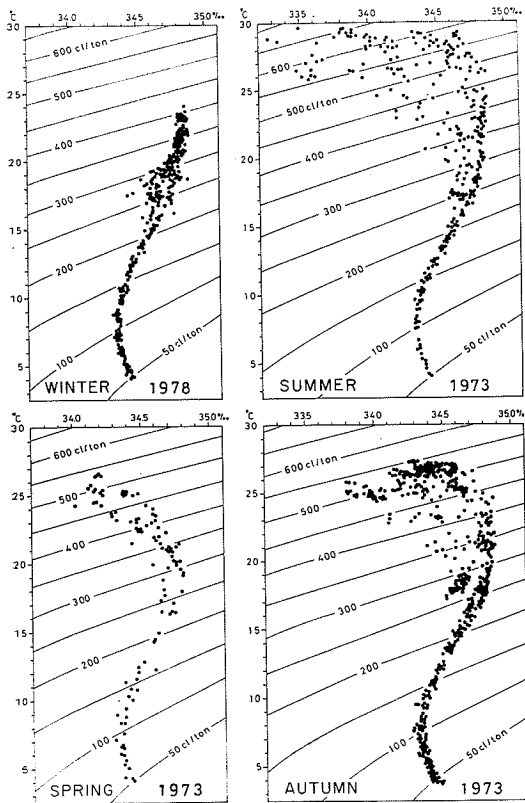


図 8 四季の T-S diagram (斜線は Thermosteric anomaly)

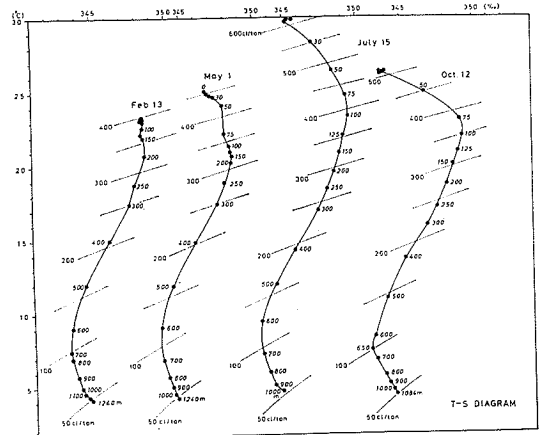


図 9 黒潮域 (27°-57°N, 127°-35°E) における T-S 曲線 (添字は深さ, 斜線は Thermosteric anomaly)



12~17°C, 酸素量は 3.5~4.2 ml/l で比較的に多いが飽和度は 50~75%。500 m 以深の水塊は塩分極小で特徴づけられる。水温は 7~12°C, 酸素量 2.5~3.5 ml/l, 飽和度は 35~50%。大陸斜面の海底に接する部分ではこの水の分布深度は浅く 400 m 深付近にあり, 季節変動は極めて小さい。

下層水: 700 m 以深に分布する水で塩分 34.4 ‰ 台, 水温 7°C 以下, 酸素量 1.8~2.2 ml/l, 飽和度は 30% 以下である。この水も大陸斜面寄りでは分布深度が浅く 500 m 深付近にもみられる。季節変化はなく他水塊との交流もほとんどない。

### 3. 魚種分布と水塊分布との関係

魚種組成については, 1978 年 1~3 月までの間に実施されたトロール調査結果を用いた。トロール操業は海深 125~1,180 m の範囲で, 合計 83 回行われ, 漁獲された種類数は 400 余種にのぼっている。このうち, 個体数の一番多いものから 99 種 (1 位はニギスの 91, 283 個体, 99 位はツノザメで 44 個体) を抽出し, KIMOTO<sup>12)</sup> の C<sub>T</sub> 指数を計算して魚種組成の類似性を水深別に示したのが図 10 である。

250 m 以浅, 250~700 m 深, 700 m 以深でそれぞれ類似性が高く明瞭なクラスターが認められる。浅い方から順に大陸棚群集, 大陸斜面群集, 海盆底群集とそれぞれ仮称しておく。大陸棚群集のうち 130 m 以浅の群集は

とくに類似性が高く魚種組成はほとんど一致している。マエソ・マトウダイ・カイワリ・ヒメ・キダイ・サカタザメなどが主な魚種である。130~250 m 深付近の魚種は, ナガオオメハタ・ソコホウボウ・カガミダイ・カゴカマス・アカムツなどである。250 m 以浅のこれらの魚種は, 以西底びき網漁船によって大陸棚上やその深み漁場で一般に漁獲されている魚種と同種のものが多い。

250~700 m 深の大陸斜面の群集は, 500 m 深付近で 2 つの亜群集に区分される。250~300 m 深の海域では, ユメカサゴ・フジクジラ・スミクイウオ・オキアナゴ・ホウネンエソ・ハゲヤセムツ。500~700 m 深ではタチモドキ・ソトオリイワシ・ヘラザメ属・セクトリイワシ属などの魚種である。

なお, 図 10 の中央付近に類似性の高いものが散発的に出現しているが, これはハダカイワシ科の魚種である。北島ら<sup>13)</sup> の報告によると, この海域のハダカイワシ類の昼間における主分布水深帯は 300~450 m 深付近にあるといわれている。

700 m 以深の海盆底の群集はテングギンザメ・ソデアナゴ・イトヒキイワシ科・チョウチンアンコウ亜目類のいわゆる深海魚である。

図 11 は水深 50 m ごとに調査点を取りまとめた水深帯別漁獲物のクラスターである。

水深 200~250 m と 600~700 m 付近に境界がみら

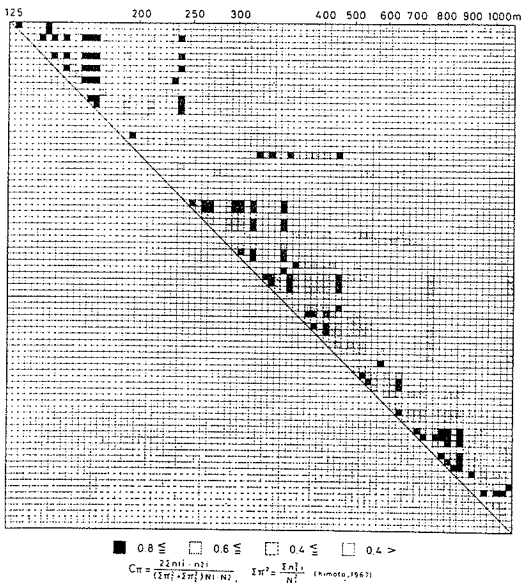


図 10 曳網地点別漁獲物の類似性

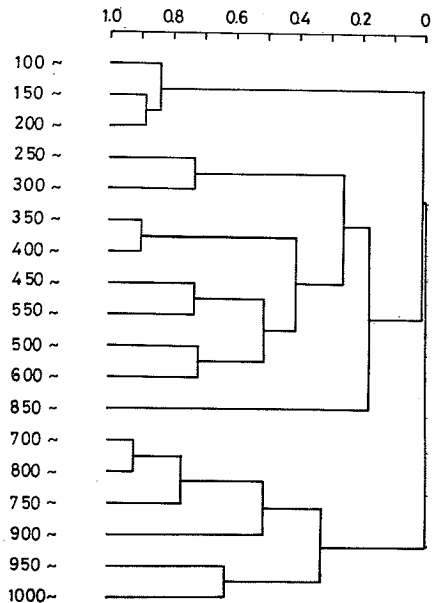


図 11 水深帯別漁獲物のクラスター

れ、この水深帯で魚種組成が質的に変化していることを示している。図10との対応関係もよく、100~250mで類似性がきわめて高いのも一致している。水深区分の250~600mの範囲では水深の変化に伴って生物相も変化しているので、全体の結合はやや弱い、隣接する水深帯との類似性は高い。

以上のように類似度指数や水深帯別のクラスターからみて、調査海域の魚類群集は水深帯によって上・中・下層の3つに区分することができる。これらの水深帯の境界は250mと700m付近に存在している。また、上・中層は130mと550m付近にそれぞれ境界をもつので、合計5つの層に区分される。これらの境界の水深は鉛直的に水塊を識別した際の境界の水深とほぼ一致している。従って250m以浅の大陸棚群集は上層水と対応し、さらに、130m以浅の群集は表層混合水、130~250m深の魚類は上層水のうち塩分極大で特徴づけられる黒潮上層水の分布域にそれぞれ棲み分けている。大陸棚群集のうち250~500m深付近の上部群集は、黒潮の高塩分水の性質をもつ250~500m深付近の水塊と対応している。700m以深の海盆底群集は塩分極小以深で、水温7°C以下、酸素量2.2~1.8ml/l、飽和度30%以下の貧酸素水塊である下層水に対応して分布している。このように黒潮域における大陸棚外縁から海盆底までに棲息する魚類が鉛直方向に区分された水塊と対応して分布しているのは際立った特徴といえる。これらについては青山ら<sup>14)</sup>や北島ら<sup>15)</sup>の報告にあるように、30°N以北の大陸棚外縁以深の調査結果とほぼ同じである。黒潮域でも南部の尖閣諸島付近と北部の男女群島や薩南海域では地理的には大きく隔たっているが大陸棚外縁から海盆底に棲む魚類相やそれらの分布深度には大きな相違はみられない。

なお、500m以深付近から深海魚が出現している。岸田ら<sup>16)</sup>は東シナ海大陸斜面域では世界の他の水域に比べて深海魚の分布深度が浅いことを指摘している。

また、青山ら<sup>14)</sup>は深海魚の分布層が他に比べて浅いのは深層水の分布が浅いことに起因していると述べている。確かに大陸斜面部の海底に接する部分では下層水が500~600m深付近までせり上ったように分布しているので、恐らく水塊との関係によるものであろう。

以上、標題について主として1978年冬季の調査結果を用いて述べた。本調査の詳細は未発表分も含めて西海区水産研究所研究報告で後日印刷される予定である。

なお、用いた海洋観測資料のなかには前記のほかにも舞

鶴・函館両海洋気象台、鹿児島県・長崎県両水産試験場および西海区水産研究所の観測結果が含まれていることを記しておく。

#### 文 献

- 1) 真道重明・青山恒雄・山下秀夫・庄島洋一・北島忠弘 (1971): 東シナ海陸だな縁辺部斜面の深海漁場について (1967年の開洋丸による調査結果). 西海区水産研究所研究報告 (40), 67-113.
- 2) 茂木昭夫 (1977): 日本近海海底地形誌—海底俯瞰図集—. 東京大学出版会, 49-57.
- 3) 佐藤任弘 (1971): 海底地形学. ラティス刊, 191.
- 4) NIINO, H. and EMERY, K. O. (1961): Sediment of Shallow portions of East China Sea and South China Sea. *Soc. Amer. Bull.*, **72**, 731-762.
- 5) 井上尚文 (1981): 東シナ海および対馬暖流域における海況特性. 五島の生物—奄岐・対馬との対比—, 長崎県生物学会, 29-72.
- 6) 竹下克一 (1982): 黒潮の離接岸変動. 黒潮の開発利用の調査研究成果報告書 (その5), 科学技術庁研究調整局海洋科学技術センター, 334-353.
- 7) 藤原伊佐美・江口一平・中尾一見・半沢洋一 (1982): 東シナ海の黒潮定線における海況 (水温・塩分・流れ). 1982年度日本海洋学会秋季大会, 講演要旨集, 37-38.
- 8) 川合英夫・坂本久雄 (1970): 人工クラゲにより観測された東シナ海海底流について—I. 南西海区水産研究所研究報告, (2), 38-48.
- 9) 井上尚文・川合英夫 (1972): 人工クラゲにより観測された東シナ海海底流について—II. 西海水産研究所研究報告, (42), 91-105.
- 10) 井上尚文 (1975): 東シナ海大陸棚上の海底流動. 「東シナ海に関するシンポジウム特集号」, 海と空, **51**, (1), 5-12.
- 11) 佐原 勉・半沢洋一 (1978): 東シナ海の水系分布. 海と空, **54**(4).
- 12) KIMOTO, S. (1967): Some quantitative analysis on the Chrysomelid fauna of the Ryukyu Archipelago. *Asakia*, **6**, 27-54.
- 13) 北島忠弘・田川 勝・岸田周三 (1976): 九州南西海域の大陸斜面及び沖繩舟状海盆におけるトロール調査結果について. 西海区水産研究所研究報告, (48), 47-92.
- 14) 青山恒雄・北島忠弘 (1977): 東シナ海大陸斜面周縁の海況と分布する魚類. 第23回西海区水研ブロック漁海況連絡会議における研究発表および特別講演報告書, 15-23. 西海区水産研究所.
- 15) 岸田周三・北島忠弘・田川 勝 (1975): 開洋丸による東シナ海大陸斜面部トロール操業で得られた魚類. 第23回西海区水研ブロック漁海況連絡会議における研究発表および特別講演報告書, 西海区水産研究所.

## 5. 深海底魚の分布と生態

小 沢 貴 和 (鹿児島大学水産学部)

本表題で話題提供した内容は原著論文“枕崎沖陸棚斜面底魚の研究—I. 魚種構成および個体数変化(英文)”

として、水産海洋研究会報に投稿中。

## 6. 東シナ海陸棚斜面における漁法

——特に玉縄について——

前 田 弘 (水産大学校)

陸棚斜面域はすでにいくつかの漁業の主要漁場になっており、その代表的なものは北洋の底曳網漁業と底延縄漁業で、最新装備の漁船が水深 500 m 以上の漁場でも商業ベースで操業している。太平洋岸および日本海岸各地で行われる沖合底曳網漁業とエビ・カニのカゴ漁業は陸棚斜面域を主要漁場とする。また、底曳網漁業を行えないような急斜面や礁にすむ底魚類を対象とする立縄漁業・玉縄漁業・深海釣と言われる一本釣および底魚類と甲殻類を対象とするカゴ漁業が、小規模ながら各地で行われるようになった。

東シナ海および南西諸島に近い地方には、太平洋岸北部および日本海岸に見られる沖合底曳網漁業に相当する漁業がない。そのため陸棚斜面で行われる網漁業は、枕崎を根拠とするエビ底曳網漁業だけである。以西底曳網漁業は、本来東シナ海の大陸棚上で操業する漁業だが、その一部は 200 m 沿いの漁場で一統の網を曳く 2 隻の船が魚群探知器によって測った深さの間に 50 m 以上の差があるような陸棚斜面で惣菜用の魚をねらうこともある。これらの他に、サンゴ漁業もこの海域の陸棚斜面で行われる網漁業の一つと言えよう。

釣漁業では、九州西岸および南西諸島各地を根拠とする“深海一本釣”が見られ、南西諸島付近の水深 300~700 m の礁にすむ魚類を対象として操業する。東シナ海ではこれらの漁船が男女群島付近の 200 m 等深線に投錨して操業しているのを見受ける。立縄・玉縄を装備した漁船が豊後水道の入口両岸を根拠とするが、東シナ海の陸棚斜面には出漁しなかった。

東シナ海の陸棚斜面は本格的な底曳網漁業を支えるのに十分な広さがなく、九州南西岸と南西諸島は沿岸底曳網漁業よりも釣漁業の方が盛んであるので、今後東シナ海の陸棚斜面が開発されるとすれば、深海一本釣・立縄または玉縄のような釣漁具によると考えられる。釣針の数が限られたこれらの漁具を、流れのある海域の斜面の所定の水深に着底させて効率よく漁業を行うには、流れの影響・縄の沈降速度・縄が海底付近にあった時間の長さや漁獲量の関係を調べなければならない。昭和53年度と54年度に東シナ海大陸棚斜面未利用資源精密調査の一部として行った立縄および玉縄による調査結果の中から、これらの事項について次に記す。

### 1. 玉縄操業に及ぼす流れの影響

黒潮は東シナ海陸棚斜面の南部を南西から北東に向けて横切り、北部を西から東に向かって再び横切る。底魚類の魚種組成と密度は水深によって異なるため、縄漁業による漁獲の多寡は縄を所期の水深に着底させることができたかどうかによるところが大きい。しかし、玉縄は各枝縄の下端にある重錘の沈降力と相隣る枝縄の中間で幹縄に取付けられた耐圧浮球および幹縄の浮力(幹縄の比重は 0.95)の釣合がよくとれているので沈降速度は遅い。従って、流れの強い海域では投入した水深と着底したと考えられる水深が大きく異なることがある。黒潮が深みから浅みに向う方向に流れる東経125°以西では、縄は浅みに流されて着底し、ハマダイ・ユメカサゴ・ソコハウボウ・ハナフエダイのように商品価値のある魚類が漁獲される。玉縄では水深に応じて浮子縄の長さをあま

り厳密に調整しなくてよいので、浅みに流されてもあまり大きな支障はない。斜面の漁場では、玉縄は一般に浅みから深みに向かって投入され、同じ方向に向かって揚げられる。これは流れに逆って投揚縄されることになる。玉縄を流れに逆って投入すると幹縄がもつれることがあり、もつれた部分は漁獲が全く見られず、揚収と補修に時間がかかる。この漁場では幹縄の大きなもつれは起らなかったが、男女群島の南で流れに逆って投縄した際に約 1.5 km にわたる幹縄がもつれたことがあった。また、流れに逆うと揚縄しにくいので、投縄終了点より開始点に向かって揚げなければならなくなる。このようなことは 1979 年 9 月から 80 年 1 月にかけて東経 125° 以西で行った 25 回の操業中の 9 回で起った。これらの場合、縄待ち時間が短すぎると揚げ始めの部分は着底する前に引揚げられ、底魚類の漁獲は全く見られない。これと反対に、揚げ始めの部分が着底するまで待つと、揚終りに近い部分は海底に長く置かれるので、枝縄が海底にかかって切断し漁獲を失う率が高い。

浅みに流されることの影響は、玉縄と立縄の場合で異なる。立縄には浮子縄の下端にも重錘があるため、浅みに流されると浮子縄の下端が着底し、テグス部分が海底に横たわるために切断しやすい。

北緯 29°~30° 付近では黒潮が陸棚斜面の表層を西から東に向かって横切る。従って、流れに逆って投揚縄することはなくなるが、縄は深みに流されやすい。玉縄は多少深みに向かって流されても着底するが、東シナ海の陸棚斜面では商品価値のある魚種の密度が深さにともなって急減するので、縄が深みに流されるとそれらの漁獲が急減する。立縄は浮子縄の長さでテグス部の長さよりも深い所に流されると着底できないので、アブラソコムツや表層魚は漁獲されるが、底魚類の漁獲は全く見られなくなる。

## 2. 玉縄の沈降速度

玉縄漁業の成否は、玉縄を所期の水深に着底させることができたかどうかにかかるといえる。玉縄が流れの影響を受けるのは、投入後流れの弱い層まで沈降する間で、漂流を予測するには流れの他に縄の沈降速度を知らなければならない。

この節では、次に述べるような構造の玉縄の沈降速度について記す。幹縄はポリエチレン（比重 0.95）クロス 9 mm、1 鉢 550 m である。この幹縄に 50 m 間隔で 10 本の枝縄を付け、相隣る枝縄取付けクリップの中間に直径 120 mm のサイコラック耐圧浮球を付けることによって幹縄を着底しないように保つ。枝縄は 3×3 クレモナ（比重 1.30）20 番手 135 本 7 m の道糸の下に、ナイ

ロン（比重 1.14）30 号の幹糸が続き、それに 65 cm 間隔で 10 本の枝糸が付く。その下端は 20 cm のクレモナ 60 本の“切らせ”を経て、空中重量 1.1 kg の鉄製重錘で終る。1 回の操業には 5 または 10 鉢の幹縄を次々につなぎ、その両端に 10 kg の錨をつけて用いる。

沈降速度は自記水深計（柳計器製、BS-04 型、計測範囲 25~750 m、耐圧 800 m、記録紙の送り 1 mm/分）を用いて測定した。この水深計は水中重量が 1.4 kg であるため、直径 300 mm のトロール用浮球と玉縄に使う重錘および大型シャックルによって水中重量がほぼ 0 になるように調節した。

図 1 は、黒潮が南西から北東に向かって陸棚斜面の表層を流れると考えられる北緯 25°~27°・東経 123°~125° 45' の水深 120~300 m の漁場で測定した玉縄の沈降過程を示す。水深計は 2 鉢目と 3 鉢目の幹縄連結点、すなわち錨から最も離れた部分に取付けた。同時に行った XBT による水温観測の結果によれば、水温躍層の浅縁は約 100 m であった。この図からわかるように、同一玉縄を用いても沈降速度は操業ごとに異なり、また同一操業中でも深度によって異なる。この現象は水温躍層以

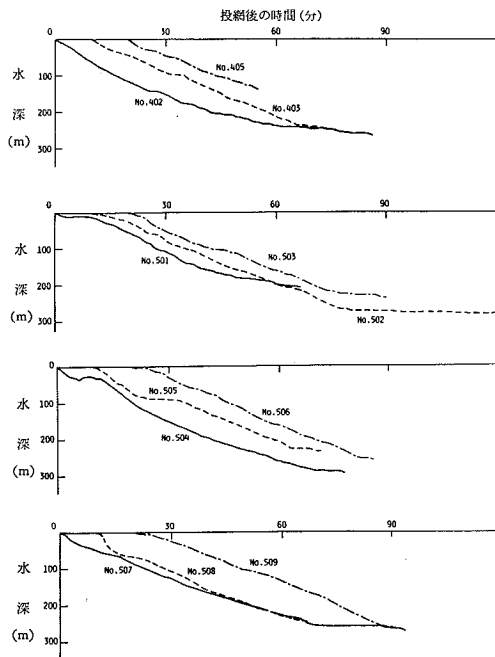


図 1 北緯 25°~27°、東経 123°~125°45' の海域における玉縄の沈降速度（北島ほか（1981）<sup>1)</sup> および前田ほか（1983）<sup>2)</sup> より）

1 枚の図に 2 本以上の線がある場合は、線の重りを防ぐため、10 分ずつずらせて表示した。

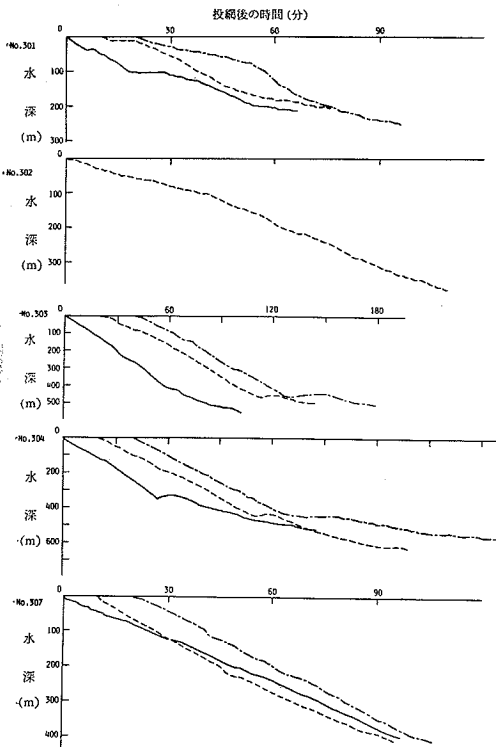


図 2 九州西方の東シナ海陸棚斜面域における玉縄の沈降速度（北島ほか (1981)<sup>1)</sup> および前田ほか (1983)<sup>4)</sup> より）

浅で著しく、急速で沈降する現象 (No. 508) や数分間ほとんど沈降しない現象 (No. 504, 505, 507) が見られた。この海域における漁獲にマアジ・ゴマサバ・サワラ・マグロのような表層にすむと考えられる魚種が混ったのは、100 m 以浅で縄の沈降が一時停ることがあるためと考えられる。

図 2 は黒潮が斜面域の表層を西から東に向かって流れると考えられる北緯 30°~31°・東経 128° の水深 200~865 m の漁場で測定した玉縄の沈降過程を示す。一はえの玉縄の中の部分による沈降速度の差を知るために、水深計は 1 鉢目と 2 鉢目・5 鉢目と 6 鉢目および 9 鉢目と 10 鉢目の幹縄連結点の 3 カ所に着けた。この図からわかるように、沈降速度は同一部分でも海面から海底までの間一様でない。また一はえの中でも部分によって異なり、平坦な漁場でも先に投入された部分が後から投入された部分より遅れて着底することもある。

No. 303 と 304 はそれぞれ北緯 30° 線の水深 645~590 m の地点およびその 3.6' 東の 760~865 m の地点

に投入され、約 110~200 分間および 220~355 分間経過したが、450 m 層に 20~110 分間および 80~140 分間とどまり、着底しなかったため底魚類の漁獲が全く見られなかった例である。これらの例では、幹縄は深度 350~400 m までほぼ一様に 5.0~6.6 m/分 の速度で沈降したが、その後ほとんど沈降しなくなった。No. 303 の中央部と No. 304 の各部分は深度幅約 50 m で長い周期の浮上と沈降を繰返した。前日 (1979 年 10 月 24 日) に同じ北緯 30° 線の水深 445~320 m の地点で投入した No. 302 は海面から海底までほぼ一様の 3.5 m/分 の速さで沈降し、カサゴ類の漁獲が見られた。しかし、北緯 30° 線の水深 215~265 m の地点に投入した No. 301 では、200 m 層までの沈降速度が縄の部分と深度によって異なった。これら 4 例は、玉縄の沈降速度におよぼす海洋構造の複雑さの影響を示唆する。

以上の結果より、東シナ海陸棚斜面域において玉縄を使用するに当たり次の事が考えられる：流れのために所定の水深帯に着底させにくいことを、流れの影響の項で示した。その他に、海洋構造と地形が複雑な漁場では、吹上げによって着底しない可能性がある。深みから浅みに向う流れのある場合には、先に着底した上に後から投入した部分が重なって着底することがある (No. 317)。このような場合は投入した方向に揚げると揚縄は困難でしかも枝糸の切断が多く漁獲はほとんど見られない。すなわち、流れを含む海洋構造が複雑な地点では安全に操業できない可能性がある。

一時的に沈降が停る部分を除くと、玉縄の沈降速度は 2~7 m/分 にわたり、そのモードは 4~5 m/分 であった。したがって、玉縄各部が着底するのは、投入  $d/4$  分後とみなし、縄待ち時間を考えればよい ( $d$  は水深 … m …)。

### 3. 玉縄各部の底層滞留時間の長さとお獲尾数の関係

玉縄を用いて効率のよい漁業を行うためには、投縄位置の選定の他に縄待ち時間 (投縄終了より揚縄開始までの時間) の長さの決定が大切である。前節の結果から、玉縄が投入されてから着底するまでの時間の長さの目安がつくので、縄の各部分が海底にあった時間の長さとお獲尾数の関係がわかれば、縄待ち時間の長さを決められる。

玉縄は、着底後より揚縄の影響が現われるまでの間、ほとんど同じ水深にとどまることが自記水深計の記録よりわかる。従って、水深計を付けた部分が海底に滞留した時間の長さは測定できる。縄が底層にある時間が長ければ長い程漁獲尾数が増えるならば、縄待ち時間を十分

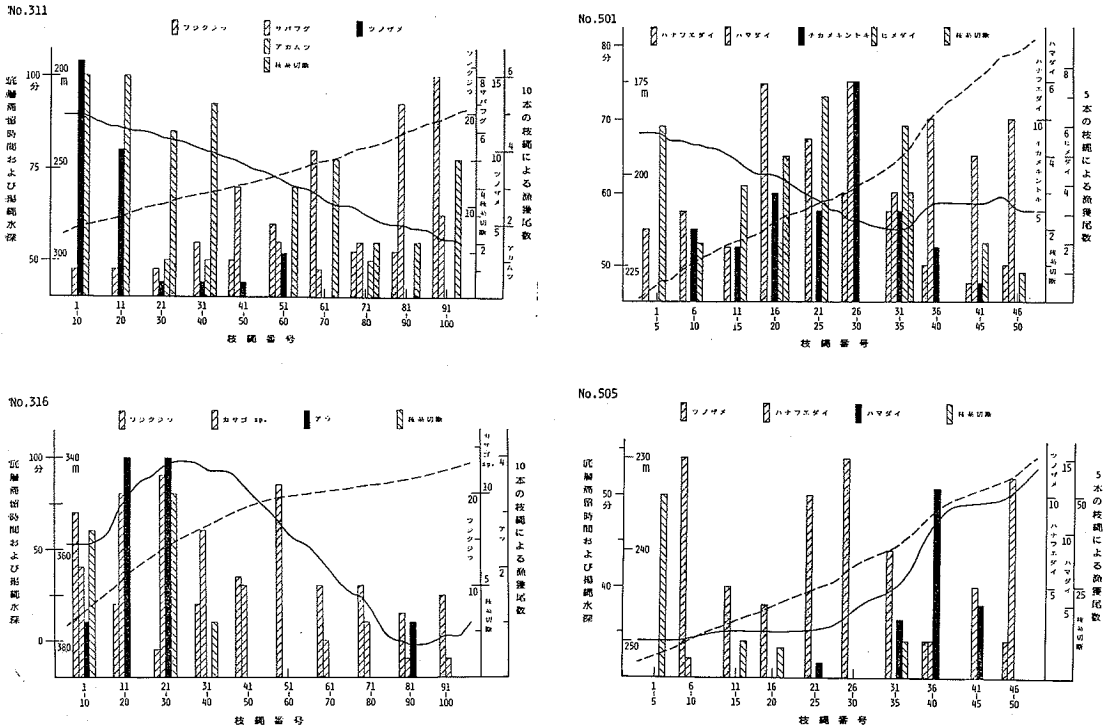


図3 玉縄各部の揚縄水深(実線)・底層滞留時間(破線)および漁獲(前田ほか(1983)<sup>4)</sup>より)

長くとなればよい。しかし、縄待ち時間が長ければ単位時間(例えば1日)に操業できる回数が減る。海底では餌(特に魚類の切身を用いる場合)は小型甲殻類に食い荒されて効力は長く続かない。また漁獲物もそれらによってヒレや内部を食い荒されて商品価値がなくなる。釣漁具が対象とする高級魚では、商品価値が鮮度によって大きく変わるので、効率のよい漁業という考え方は漁獲物の組成と量だけの問題でない。玉縄では釣針の数が限られるので、縄待ち時間を延しても漁獲はあまり増加しない可能性が考えられる。更に、起伏の烈しい漁場——商品価値の高い底魚類は起伏の烈しい海底に多い——ヤツノザメのような大型魚が多い漁場では、縄待ち時間が長くなるほど枝糸が海底にかかって切断し、漁獲を失う可能性が増える。しかし、縄待ち時間が短かすぎれば釣針が海底に到達する前か十分な密度まで魚がかかる前に引揚げられることになる。それにもかかわらず、投縄準備および投揚縄に要する時間と労力は縄待ち時間の長さとは無関係に一定である。玉縄操業中、最も労力がかかるのは投縄準備作業である。

縄が等速度で投入され等速度で引揚げられたと仮定したときの  $i$  番目の鉢の  $j$  番目の枝縄の底層滞留時間  $T''_{ij}$

は式1または式2で求められる。

投縄方向に向って揚げた場合

$$T''_{ij} = \{11(n-i+1) - j\}t_1 / 11n + t_2 + \{11(i-1) + j\}t_3 / 11n - t_4 - t_5 \dots (1)$$

投縄方向の反対に向って揚げた場合

$$T''_{ij} = \{11(i-1) + j\}(t_1 + t_3) / 11n + t_2 - t_4 - t_5 \dots (2)$$

ただし、 $n$  は一はえの鉢数、 $t_1$  は投縄所要時間(分)、 $t_2$  は縄待ち時間(分)、 $t_3$  は揚縄所要時間(分)、 $t_4$  は沈降に要した時間(分)で、水深を  $d$  m・平均沈降速度を  $v$  m/分とすれば  $d/v$ 、 $t_5$  は引揚げに要した時間(分)で  $d t_3 / 550 n$ 。

これらの方法を用いて各部分の底層滞留時間の長さをどの程度の精度で推定できるかを知るため、水深計を付けた位置の  $T''_{ij}$  を求めた。それらの値は水深計によって測定した値  $T_{ij}$  とほぼ等しい。また、 $T''_{ij}$  が負になる部分(着底すると考えられる時刻より前に引揚げられたと推定される部分)には底魚類の漁獲と枝糸切断は見られなかった。沈降速度に含まれる誤差に起因する  $T''_{ij}$  の誤差は、滞留水深  $d$  に含まれる誤差に起因する

それらより小さい。従って、式 1 または式 2 を用いて玉縄各部が底層に滞留した時間の長さを推定できるとみなせる。

漁獲尾数と  $T''_{ij}$  の関係を示すため、一はえの玉縄を 10 等分し、揚縄中の魚探記録より測った各部分の中心の設置水深・式 1 または式 2 を用いて求めた  $T''_{ij}$ ・各部分にある枝縄による漁獲および切断した枝糸の数を図 3 に示す。

式 1 または式 2 を用いて推定した揚始めよりかぞえた最初の鉢の最初の枝縄および最後の鉢の最後の枝縄の底層滞留時間 ( $T''_{1.1}$  および  $T''_{10.10}$  または  $T''_{5.10}$ )・ $T''_{ij}$  に対する漁獲尾数および切断枝糸数の回帰式および図 3 より、次のことがわかる：揚縄所要時間は投縄所要時間より長い、底層滞留時間は必ずしも揚始めから揚終りに向って一様に増加すると限らない。ほぼ同じ考え方に基ついて縄待ち時間の長さを決定したにもかかわらず、底層滞留時間は操業ごとに大きな差を示し、 $T''_{1.1}$  は -25 分（着底すると考えられる時刻の 25 分前から引揚げられた）から 89 分まで、 $T''_{10.10}$  または  $T''_{5.10}$  は -4 分から 156 分まで変動した。同じ船で投揚縄したが、海底の傾斜と揚縄負荷が操業ごとに異なるため、一はえの玉縄内の  $T''_{ij}$  の差は -41 分 ( $T''_{10.10}$  または  $T''_{5.10}$  の方が  $T''_{1.1}$  より 41 分短い) から 151 分にわたった。

ハマダイの漁獲は  $T''_{ij}$  の増加に従って増加する傾向を示したが、それ以外の魚種の漁獲尾数および切断した枝糸の数は  $T''_{ij}$  の増加に対して一定の傾向を示さなかった。しかし、漁獲尾数と  $T''_{ij}$  の関係は次の諸要因の影響を受けるので、漁獲尾数が  $T''_{ij}$  に対して有意とみなせる回帰関係を示さなくても、そのことより直ちに漁獲尾数は  $T''_{ij}$  と無関係であると結論できない： $T''_{ij}$  が一定の長さ以上になると、それ以上  $T''_{ij}$  が伸びても漁獲尾数が増加しないならば、 $T''_{ij}$  が長すぎる例では漁獲尾数は  $T''_{ij}$  に対して有意とみなせる回帰関係を示さない。この  $T''_{ij}$  の限界が低いときは、漁獲尾数は  $T''_{ij}$  の長さと無関係であるとみなす方が実用的である。このような場合でも、一はえの玉縄の一部が着底前に揚げられたときは、漁獲が  $T''_{ij}$  の増加に伴って増加すると判断を誤る。一はえの内では  $T''_{ij}$  の偏差が小さいときは、漁獲尾数の  $T''_{ij}$  に対する回帰関係を調べても意味がない。底魚類の分布密度は水深および底質によって異なり、全長数 km に及ぶ一はえの玉縄を一定の水深底質の漁場に設置することは困難である。例えば一はえの玉縄が、対象とする魚種の生息水深より深い所からはじまりその生息水深で浅までわたる（密度が低いと考えられる底質

から密度が高いと考えられる底質にわたる）ときは、漁獲尾数が  $T''_{ij}$  の増加に従って増加しても、それは  $T''_{ij}$  の影響と考えない方がよい。玉縄では釣針の数が限られているので、それぞれの魚種の漁獲の分布は他魚種の漁獲の分布の影響を受ける。また一はえの一部だけが例えば日出前か日没後に及ぶときは、その影響も考えなければならない。試験操業の結果を詳細に検討し、漁獲尾数およびその  $T''_{ij}$  に対する回帰関係が上記諸要因の影響によって大幅に変ることがわかった。従って、漁獲尾数が  $T''_{ij}$  に対して有意とみなせる回帰関係を示しても、必ずしも滞留時間を延せば漁獲が増加するとみなせず、これと反対に有意とみなせる回帰関係を示さなくても、滞留時間の長さが漁獲尾数に影響を及ぼさないと断定できない。しかし、詳細な機構の如何を問わず大部分の魚種の漁獲尾数は  $T''_{ij}$  が増加しても増加する傾向を示さなかったことに着目すれば、 $T''_{ij}$  を増加しても漁獲尾数は増加しないことになる。従って、船上の労働力が許すならば、縄待ち時間を延すよりは、次のパターンに従って作業すれば漁獲の増加は期待できると考えられる：玉縄は投入後 4 m/分 の速度で沈降するとみなし、十分に着底したと考えられる時間放置した後に揚げはじめるように水深に応じて縄待ち時間を設定すればよい。また流れ・風等のため投縄方向の反対に向って揚げなければならないときは、投縄終了より沈降はじめたと考え、揚縄直前に測深して縄が深みに流されたことがわかれば水深の増加に応じて揚縄開始を遅らせる。このように状況に応じて縄待ち時間の長さを変えることによって、安全に着底せししかも滞留時間が長過ぎることによる時間の損失と漁獲減少・商品価値の低下を防ぎながら繰返えし操業する。

しかし、玉縄を使用するに当たり、次の点を十分注意しなければならない。玉縄は、千葉県以西の太平洋岸および西日本の各地で小規模ながら行われ、他の漁法に見られないような成果をあげた。それにもかかわらず、大部分の地方では導入後数年でなくなり、隣接地域に移りまた数年でなくなるというパターンが見られる。これは玉縄が効率の良い漁法で、対象とする大型個体を短日のうち減少させるためと考えられる。

以上は文献 1-4, 7 を敷衍したものである。これらに記した試験操業を行った西海区水産研究所の北島忠弘氏・水産大学の広瀬誠・俵悟・内田和良・浜口正人の諸氏および第 8 有漁丸の乗組員各位に深謝の意を表す。また、日本各地の陸棚斜面域で行われるカゴ漁業および玉縄漁業は文献 6 と 8 にくわしく記されている。

## 文 献

1. 北島忠弘ほか (1981): 東シナ海大陸棚斜面未利用資源精密調査。大陸棚斜面未利用資源精密調査報告 (第3年度版)。337-547。水産庁研究部ほか。
2. 前田 弘ほか (1982): 玉縄の漁獲機構。西水研研報。57, 59-81。
3. 前田 弘ほか (1982): 立縄と玉縄の間にみられる漁獲機構の相違。西水研研報。58, 53-88。
4. 前田 弘ほか (1983): 玉縄各部の底層滞留時間と漁獲尾数。西水研研報, 59, 1-22。
5. 小倉通男・有元貴文・井上喜洋 (1980): 沿岸底延縄漁業における浸漬時間と釣獲率。日水誌, 46(8), 963-966。
6. 笹川康男ほか (1978): 東日本列島周辺における中深海の漁業開発。日本水産学会漁業懇話会報 No. 12, 1-52。
7. 西海区水産研究所 (1980): 東シナ海大陸棚斜面未利用資源精密調査報告。大陸棚斜面未利用資源精密調査報告書 (第2年度版)。293-355。水産庁研究部ほか。
8. 矢島信一ほか (1981): かが漁業。水産学シリーズ 36, 1-144。恒星社厚生閣

## 7. 総 合 討 論

座 長 青 山 恒 雄 (東京大学海洋研究所)

司会: 陸棚斜面部は大陸棚について生物生産の高い部分と考えられる。大陸棚上の漁場開発はほとんど完全に近く行われているが、大陸棚斜面部についてはなお開発の余地が残されているとみられている。そこで、その開発に伴う諸問題を整理する意味で、主として薩南・琉球周辺および沖縄舟状海盆をとりまく大陸棚斜面部での調査結果に基づき6つの話題提供があった。

陸棚斜面漁場の開発に関する問題として、一般の漁場開発とも共通するものであるが次の4項目が挙げられよう。

1 番目は対象となる資源の存在の問題である。生産力ほどの程度か、実際にどの程度の資源が存在するか、それらを探索して大きさを評価する方法は何か、などの問題である。ここでは生物生産を支える環境条件や、生態系としての生物学的条件も問題となろう。この問題については、全話題提供者がふれている。大木らは底質から海底付近の流れを推察し、市川らは海洋観測から流況を求め、共に海域の栄養塩補給を考察している。北島らと井上らは、水塊配置と漁撈試験結果とから魚類相の解析を行っている。小沢は漁船の漁獲物により魚類相、ことに魚の段階前後の食物連鎖についてのべ、前田は立縄と玉縄試験によって資源の探索を試みている。

2 番目には存在する資源を利用するための漁撈技術が問題となる。大陸棚斜面部は地形的にも海況的にも大陸棚上で一般的に行われている漁法を受け付けられない。つまり、特殊な漁法の導入が必要とされる。これについては北島らと前田の玉縄と立縄の試験結果の報告があった。

3 番目の問題としては、前項と関連するが操業条件がとり挙げられる。地形と底質について市川らの報告があり、水塊配置と流動については、市川ら、井上らが観測結果に基づく解析を行っており、前田は玉縄操業結果から流況の推察を行っている。

もう一つ社会、行政、経済に関する問題があげられよう。漁場によってはかなり沖合となり、管理調整を誰が行うのかといった問題も生じよう。経済性については、漁場が遠く海が深いために操業コストが高くなること、魚価の高い魚が得られるとは限らないことなどの問題がある。北島らは特にこの点にも触れ、なじみの薄い魚の市場開発についての努力の必要性を説いている。

司会: 各演題について質疑未了のものから発言を受けたい。

小沢: 大木らの報告では、底質の性状と底層の流れとの関連を主に解析しているが、上中層の流れによる懸濁物の輸送、底層流による浮泥の輸送の問題を考えるべきではないか。

坂本市太郎(三重大): 沈下物の粒径と流れとの関係を重視する必要がある。大木の示した流速と粒度組成との関係は実験的に確認されたものかどうか。洗掘沈積の問題だけでなく懸濁物の沈下も考慮したものなのかどうか。また粒径分布の歪度も重視すべきだろう。

大木: 粒径分布と流速の関係は早くから実証されている。しかし、懸濁物の加入の問題や流況が一定しない場合についての実証はない。

青山: 深い所でサンドウェーブが見られた例はない



か。

大木：漣痕は有るが、サンドウェーブは確認していない。地形によって底層付近の流れがかなり支配されているようにみられ、従って底質分布と地形と密接に関係している。精密な海底地形調査が望まれる。

司会：漁場調査の困難性についての発言があったが、この点について討議したい。

市川：漁場内および近傍での海況変動調査には係留系による観測が望まれるが、実際にはその実施が困難である。漁船の操業とのトラブルが多いからである。漁場内で漁船活動とトラブルを生じないで実行できるような調査方法の開発が必要である。

近藤正人(東海区水研)：漁船活動域での係留系観測は垂下式より立上り式の方がよかろう。表層に浮体を設けなければ、上層における擾乱の影響を結果にもちこまない利点もある。なお、科学技術庁で観測手法の評価についての検討作業が行われているので、その報告がかなり参考となろう。

平野敏行(東大海洋研)：生物事象に対応した環境情報を連続的に得るということで、漁場内に係留系を設置することは有意義である。しかし、漁業者とのトラブルは避けられない。この問題については、調査内容について漁業者に理解して貰い、調査実施の協力を受けるといった、調査態制の整備、漁業者の信頼を得られるような調査側の姿勢といったものが重要な課題となろう。

司会：大陸斜面部の流況はかなり複雑なものらしいという発表がかなり有った。この点について論議を進めたい。まず玉縄操業でみられた縄沈下にみられる興味深い現象に関して発言を求める。

大木：玉縄の位置によって沈降速度に差があるのは、海底地形によって流れに変化が生じているためではないか、斜面近くの流れは意外に大きいのではないか。

前田：同意できる。

坂本：玉縄の部分による沈降速度の差は、張力が船側か反対の沈子側に偏って掛っているためではないか。

前田：そのような操業はしていない。海況の差によるものと考える。

平野：躍層の分布は沈降速度の差に関係していないか。

前田：関係しているとみられる。

坂本：東シナ海大陸棚に続く大陸斜面部の流況は複雑であるが、黒潮の流れの中での上下方向の動き、旋回を考えてみてはどうか。更にそれに伴った二次的上下移動または旋回のようなものを考えると、底層水の陸棚方向

へのはいりや、大陸棚水の沖合加入の問題が考え易い。

前田：漁具の沈降状況をつぶさに観察すると、斜面部でそのような流動の存在を想定できるようである。

辻田：カスケーディングとして見られている。

高橋淳雄(鹿大)：カスケーディング状の流動は秋にみられ、黒潮の流れに直交して冷水の動きが観測される。

宮田和夫(西海水研)：11月に実施した観測時に、斜面部沖で海面の水色変化に海水流動の解析の手掛りになるような特徴を見ている。

近藤：秋から冬にカスケーディングは起り得る。黒潮の垂直方向の旋回というのは実証がない。

高橋：鉛直方向の変化は混合として起り、旋回にはならないのではないか。

司会：流れの方向に鉛直的な旋回を想定したのは、斜面近傍での複雑な流況を解く大胆な仮説として出されたものである。支持する証拠は得られないようであるが、更に検討を続ける価値があろう。

第1そのような現象を把握できるような観測方法と調査態勢自体、現在では得られないのではないか。従って否定する根拠もないとみられる。流れの観察については技術面でも態勢面でもなお問題が多く残されているといえよう。

最後に、大陸斜面部の生物生産について論議したい。

平野：斜面部の生物分布には偏りがみられるかどうか。また、この部分の生物の生活史はどうなっているのか問題である。このことは、すでに論議された海況・流況の複雑さと関連して当然考えられることである。

前田：玉縄操業の結果でみる限りでは生物分布は意外に均一である。

小沢：多くの生物で、この海域内で生活史が完結していないようにみられる。隣接海域と併せて生活史をみる必要がある。

岡村収(高知大)：小沢は重要魚種の分布限界を水深 700~800 m として、その生産には中深層性魚の存在が深く関与しているとのべている。しかし、ハダカイワシ類が実際に胃中にみられるのは水深 400~500 m までである。重要種の分布が 700~800 m までである理由は餌以外の問題を含むのではないか。

小沢：具体的な深度の数値は別として、中深層性魚が深層の生物生産の上で果している役割を強調したい。

高橋：斜面漁場の深度限界については、もっと生物面からの研究が必要であらう。

辻田：生物生産力の評価は、従来基礎生産から食物連鎖への展開という見方がされ、いわゆる LINDEMAN

型の解析に終始したが、最近ではデトライタス起源の食物連鎖も重視されている。ことに大陸斜面の生物生産については、この点の見直しが必要であろう。

司会：大陸斜面部漁場の開発ということであったが、底生生物を対象とする漁業ということで論議された。底生魚類を主対象とする以上、まず資源を支える生態系を、基礎生産だけでなく、デトライタス起源を考えて理解する必要があるだろう。基礎生産とデトライタスを結ぶ物

質移行は今日まだ研究の途上にある。生物学的ジョイントの役をする中深層性魚やおきあみ類等の生態研究も重要である。また栄養補給、幼生輸送拡散等の生態面や、操業の難易を支配する海況条件も、この部分では複雑であり研究は十分に果されていない。今後、生物、海洋物理、地質、漁撈等各分野を含めた学際的研究の進展が望まれる由である。