

三陸沖深海域におけるキチジの分布特性

北川大二*¹ 橋本 惇*² 上野康弘*¹
石田享一*¹ 岩切 潤*¹

三陸地方の岩手県沖水深500～1,400 mの海域において、曳航式深海TVシステムと「しんかい2000」によりキチジを中心にした魚類の観察が行われた。キチジは種の判別が容易なことおよび曳航式深海TVシステムからの逃避がほとんどなく、このシステムが本種の定量調査に有効であることが示唆された。曳航式深海TVシステムによる調査からキチジの分布密度は水深545～740 mの調査点で最も高い88.5 個体/haで、水深の増加とともに密度は低下し、水深1,125～1,420 mの調査点では23.2 個体/haと推定された。またキチジは海底谷などの地形が複雑な場所に特に多く棲息することが判明した。「しんかい2000」による観察から、キチジは海底谷に限らず、小規模な棚状の地形がある場所でも比較的多数棲息することが明らかになった。このようにキチジの分布は地形の変化がみられる場所に集中する傾向が認められたが、群は形成せず、単独で生活する種であることが確認された。

Distributional Property of the Kichiji Rockfish (Scorpaenidae) in the Deep Sea Region off Sanriku

Daiji Kitagawa*³ Jun Hashimoto*⁴ Yasuhiro Ueno*³
Kyoichi Ishida*³ Jun Iwakiri*³

The kichiji rockfish, *Sebastolobus macrochir* (Günther), is one of the important commercial fishes distributed at the continental slope off Sanriku. The observations of fishes, mainly the kichiji rockfish, by the deep towed TV system and the deep sea research "SHINKAI 2000" were operated in the region ranged from 500 m to 1400 m depth off Iwate Prefecture, north-eastern Japan, in October 1983 and July 1984, respectively. As the kichiji rockfish was easily discriminated from other fishes and did not escape from the deep towed TV system, it was judged that this system was effective for the quantitative research of this fish. Its population density estimated from

*¹ 岩手県水産試験場

*² 海洋科学技術センター深海研究部

*³ Iwate Prefectural Fisheries Experimental Station

*⁴ Deep Sea Research Department, Japan Marine Science and Technology Center

the observations by the system was the range from 23.2/ha to 88.5/ha. The density was the highest at Stn. C-2, where water depth was the shallowest in four TV stations, and decreased with the increase of water depth was appeared that the kichiji rockfish was more abundant at the area of complicated configuration of the ground, for instance the submarine canyon, than the flat ground. The observations by "SHINKAI 2000", moreover, clarified that it was distributed comparatively abundant at the area where the ground gently rose too. Thus, there was a tendency that the distribution of the kichiji rockfish concentrated to the area where the transition of configuration of the ground existed, but the present observations verified that it did not form the school and lived solitary on the bottom.

1. 緒 言

岩手県における底魚類を対象にした漁業は水深 200 m 以浅では主に底刺網漁業と底延縄漁業が、200 m 以深の大陸棚斜面では沖合底曳網漁業を中心とする漁業が行われている。沖合底曳網漁業の操業範囲は水深 800 m 付近にまでおよんでいるが、主な漁場は 500 m 以浅であり、深海域の利用は十分とはいえない。岩手県では深海域への漁場拡大の可能性を探る目的で、1977～1979年に水深 600～1200m の水域における魚類資源の調査を実施した^{2) 3) 4)}。これはオッタートロールを用い岩手県沖の水深 600～1200m のほぼ全域を網羅した調査であったが、深海域における魚類の分布や資源量の推定にはなお多くの問題が残されている。

大陸棚斜面に分布する主な漁業資源としてはスケトウダラ *Theragra chalcogramma* (Pallas), マダラ *Gadus macrocephalus* Tilesius, オオサガ *Sebastes iracundus* (Jordan et Starks), カレイ類 *Pleuronctidae* などがあるが、特にキチジ *Sebastes macrochir* (Günther) は最も高価で漁獲量も比較的多いため、沖合底曳網漁業の重要な対象種になっている。

キチジはフサカサゴ科 *Scorpaenidae* に属し、その生物学的特性については東北水研⁵⁾、その成熟と産卵については三河⁷⁾の報告があるが、生態

的知見は十分とはいえない。

著者らは1983年と1984年にそれぞれ曳航式深海TVシステムと潜水調査船「しんかい2000」による調査の機会を得た。ここではこれらの調査で得られた資料に基づき、キチジの分布特性について報告する。

本文に先立ち、これらの調査に参加する機会と数々の便宜を与えて下さった海洋科学技術センター深海研究部長の堀田 宏博士を始め関係者の方々に深甚なる感謝の意を表します。

2. 材料と方法

1983年10月2～7日に海洋科学技術センターの潜水調査船支援母船「なつしま」により岩手県沖合で曳航式深海TVシステムによる海底地形および魚類の観察が行われた。この曳航式深海TVシステムは海洋科学技術センターが開発したもので、曳航体と船上ユニットから成る。そして、曳航体に搭載した深海TVの画像を船上ユニットのモニターで観察でき、かつ、その画像を曳航体のスティルカメラのファインダーとして使用し、シャッターを駆動することができる。また、曳航体の先端部には重りを付けた長さ1.5 m のチェーンが下げられており、モニターでこのチェーンを見ながらケーブル操作を行うことにより、カメラは海底

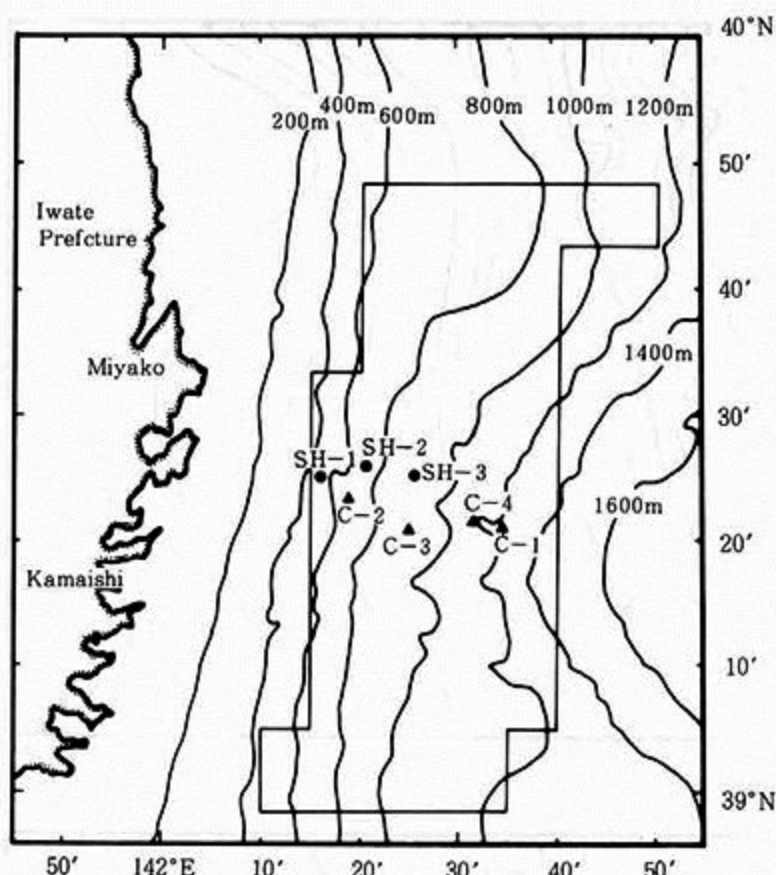


図1 曳航式深海TVシステム (C-1, C-2, C-3, C-4) と「しんかい2000」 (SH-1, SH-2, SH-3) による調査地点図。実線で囲まれた範囲は岩手水試の調査2), 3), 4) のうち, 本研究で比較に用いた調査範囲を示す。

Map showing the stations operated by the deep towed TV system (C-1, C-2, C-3, C-4) and the submersible research vehicle "SHINKAI 2000" (SH-1, SH-2, SH-3). Area enclosed by the solid line shows it of the research compared with the present results which was carried out by Iwate Pref. Fish. Exp. Stn. (1978, 1979, 1981)

から一定の距離に保たれる。

調査は図1に示した4カ所 (C-1, C-2, C-3, C-4) で行われ, その水深は航跡図 (図2) から明らかなように545~1,420mの範囲である。観察中は常時ビデオによる録画をするとともに, 必要に応じスティルカメラによる撮影を行った。得られたビデオテープを再生しキチジを計数した。ビデオカメラの撮影幅は平均1.1mとした。ビデオ画像が不鮮明な場合は写真により

種類の確認を行った。なお, この調査は「しんかい2000」潜航調査のための潜航前調査の一環として実施された。

「しんかい2000」による潜航調査は1984年7月10日, 12日, 13日に図1に示す調査点 (SH-1, SH-2, SH-3) で実施され, キチジを中心とする魚類の観察が行われた。この潜航調査では目視による観察のほか, ビデオカメラとスティルカメラによる撮影も行った。またSH-3の潜航

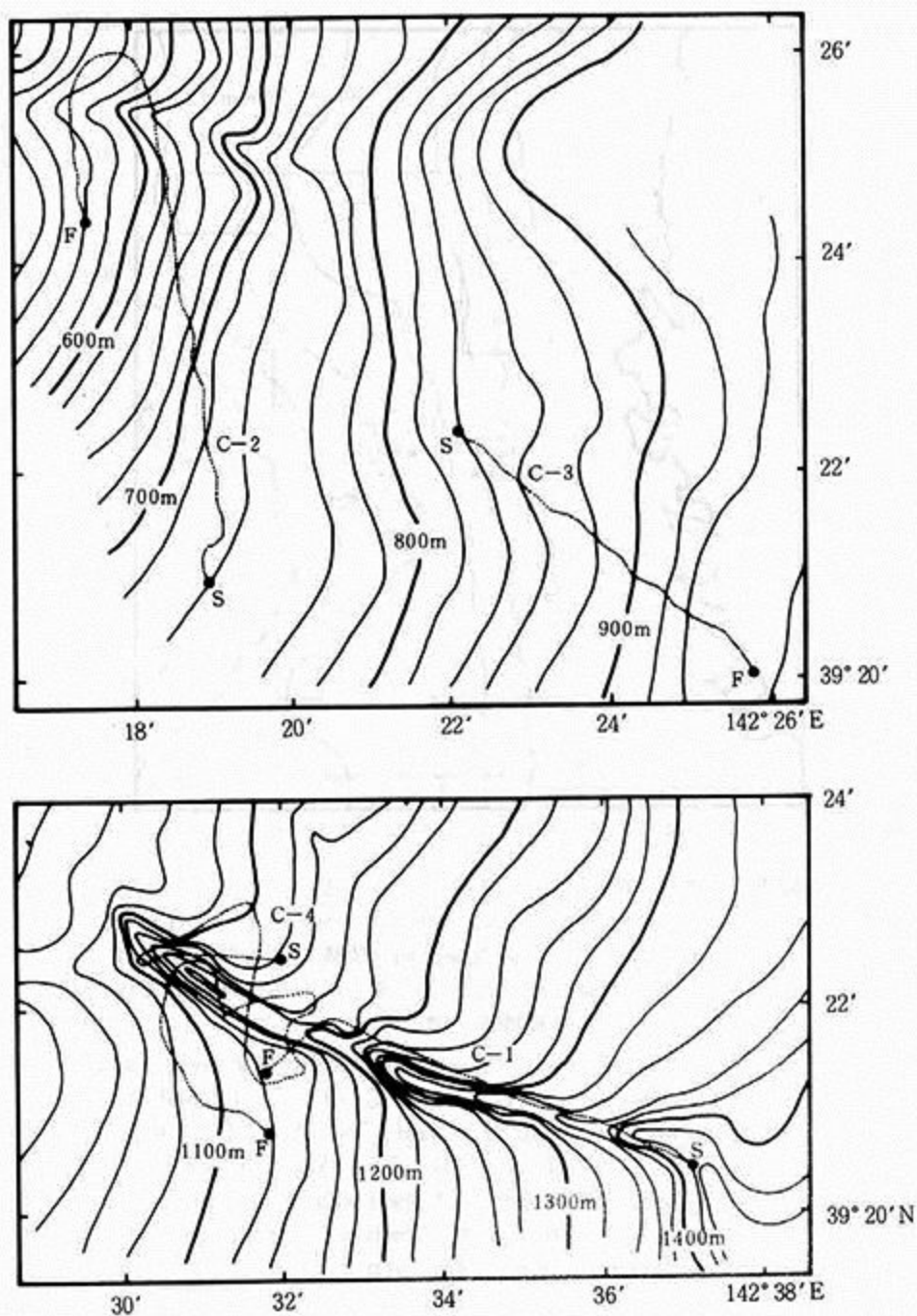


図2 曳航式深海TVシステムの航跡と水深 (m)。

S : 観察開始点, F : 観察終了点。

Track charts of the deep towed TV system and
water depth (m)

S : Start , F : Finish

調査では餌としてサンマ約3 kgの切身をネットに
入れたものを用い、これに集まる魚類の観察もあ

わせて実施された。

表1 曳航式深海TVシステムによる調査の概要と結果

Outlines and results of the research by the deep towed TV system.

Station	Date	Observation hour	Distance observed (m)	Area, observed (m ²)	Depth (m)	Kichiji rockfish observed	Density (No./ha)
C-1	Oct. 2	13:42-16:59	9,000	9,900	1,125-1,420	23	23.2
C-2	Oct. 3	12:16-17:30	13,450	14,795	545-740	131	88.5
C-3	Oct. 4	7:04-10:00	6,500	7,150	840-955	28	39.2
C-4	Oct. 7	7:40-11:26	11,220	12,342	1,090-1,195	40	35.2
	Oct. 7	14:10-15:31	1,947	2,142	1,070-1,110	11	

3. 結 果

3.1 曳航式深海テレビシステムによるキチジの分布密度の推定

曳航式深海TVシステムによる調査結果を表1に示した。総観察距離は約42km、観察面積は、46,321 m²と推定され、観察されたキチジは合計233個体であった。分布密度は調査点によって異なり、最も多いのは水深が最も浅いC-2の88.5個体/haで、水深の増加とともに密度は減少した。これは岩手県水試 とほぼ同様の傾向を示している。

このように、キチジの分布密度は調査点により差がみられたが、各調査点における10分間ごとの観察数にも変動があり(図3~6)、これはキチジの分布様式を反映していると考えられる。生物の分布様式の判定には離隔係数 divergence coefficient¹⁾がよく用いられている。これは分散 V と平均値 $\bar{X}$ の比 $V/\bar{X}$ で表わされ、 $V/\bar{X} = 1, >1, <1$ であるとき、それぞれ機会的、集中的、均質的な分布と判断される。

ここでは、深海TVシステムの曳航速度が各調査点で常に一定であったと仮定して、10分間ごとに観察された個体数を用いて離隔係数を計算した(表2)。その結果、キチジの分布様式はC-3とC-4では機会的分布であるが、C-1とC-2では集中分布であると判定された。調査点によるこのような分布様式の違いは海底形状の差によると推定される。機会的分布と判断された2調査

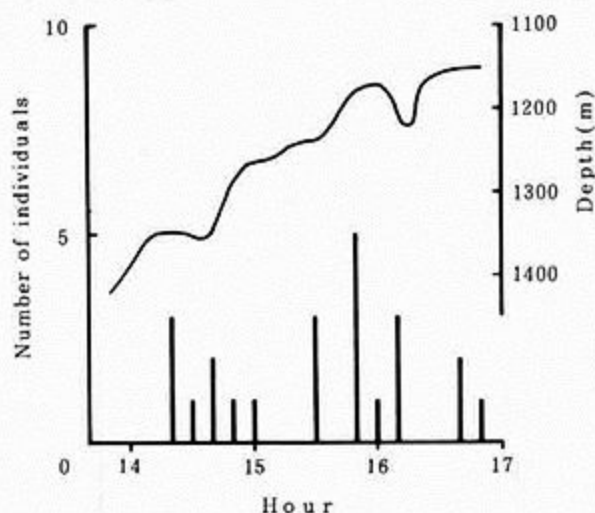


図3 曳航式深海TVシステムで10分間ごとに観察されたキチジの個体数と水深の変化(C-1)

Numer of the kichiji rockfish observed in every ten minutes by the deep towed TV system and transition of depth (C-1)

点のうちC-3では急激な水深の変化がなく、平坦な海底形状をなしている(図5)。一方C-4では海底谷を繰り返し横断したため急激な水深の変化が多くみられる(図2, 6)。すなわちC-3は海底が単調な場所、C-4は複雑な場所のキチジの分布様式を示したものと見える。これに対し、集中分布を示したC-1とC-2では海底形

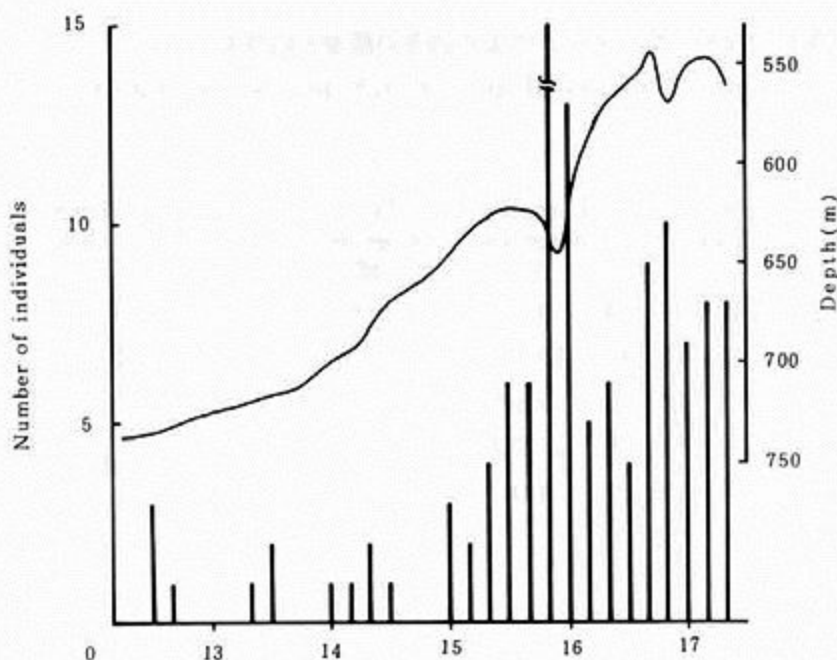


図4 曳航式深海TVシステムで10分間ごとに観察されたキチジの個体数と水深の変化 (C-2)

Number of the kichiji rockfish observed in every ten minutes by the deep towed TV system and transition of depth (C-2).

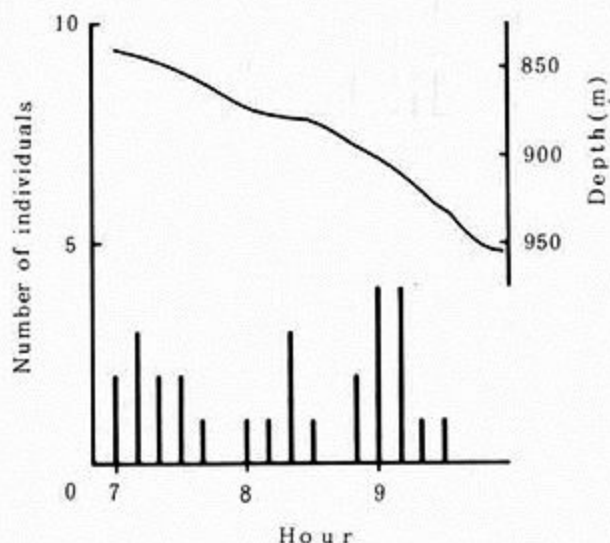


図5 曳航式深海TVシステムで10分間ごとに観察されたキチジの個体数と水深の変化 (C-3)

Number of the kichiji rockfish observed in every ten minutes by the deep towed TV system and transition of depth (C-3).

状が単調な場所と複雑な場所が見られ、キチジの観察数は地形が複雑な場所で特に多い傾向がある (図3, 4)。

これらのことはキチジは基本的には機会的分布をするものの、海底地形が複雑な場所に多く棲息することを示唆している。

3.2 「しんかい2000」による観察

(1) SH-1 水深510mの地点に着底し、西に向け航走し2時間33分観察を行った。航走距離は460mで、離底時の水深は490mであった。海底にはクモヒトデ類が多数分布しており、ナマコの一種も散見された。魚類ではイラコアナゴ *Synphobranchus kaupii* Johnson が海底から1~2m上を遊泳するのが観察された。しばらく航走すると、海底が周囲よりも数十cm高くなり棚状を呈し、側面は岩が露出している場所が現れた。この地形の上面や周囲にはキチジが比較的多数観察された。キチジは群を形成せず、全て単独で海底に着底しており、動きはほとんどみられなかった。この周辺ではオオサガも3回観察された。オオサガはひれをゆっくり動かして海底直上に定位して

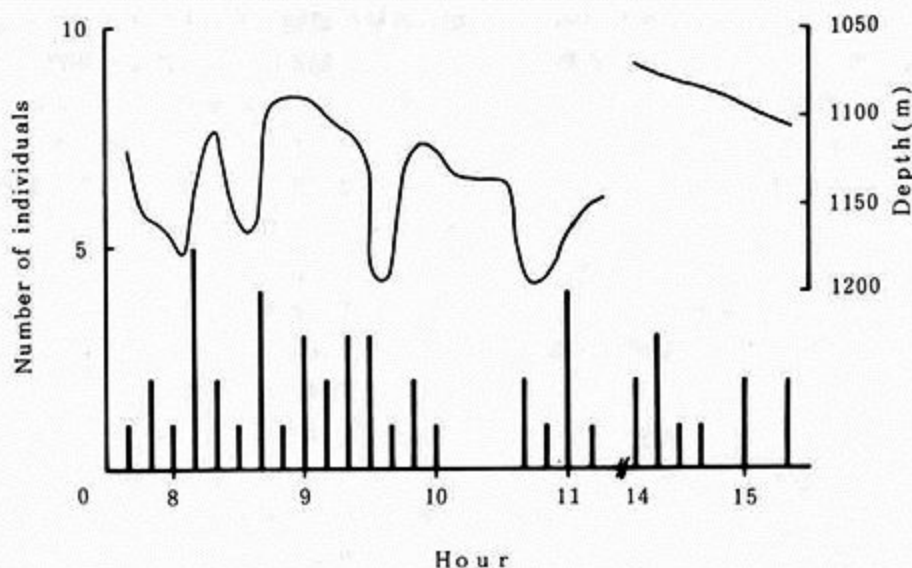


図6 曳航式深海TVシステムで10分間ごとに観察されたキチジの個体数と水深の変化 (C-4)

Number of the kichiji rockfish observed in every ten minutes by the deep towed TV system and transition of depth (C-4)

表2 曳航式深海TVシステムによる調査から判定されたキチジの分布様式
Distribution pattern of the kichiji rockfish judged from the results of the research by the deep towed TV system.

Station	Mean (X)	Variance (V)	Divergence coefficient (V/X)	df	P	Distribution pattern
C-1	1.21	2.06	1.704	18, ∞	0.01 < P < 0.05	Aggregate
C-2	4.23	31.91	7.552	30, ∞	P < 0.01	Aggregate
C-3	1.56	1.67	1.075	17, ∞	0.05 < P	Random
C-4	1.70	1.67	0.980	29, ∞	0.05 < P	Random

いたが、「しんかい2000」が接近すると逃避する行動を示した。これら2種は棚状の地形から離れた所ではほとんど観察されなかった。チゴダラ科のエゾイソアイナメ *Physiculus maximowiczii* (Herzenstein) は平坦な場所で2回観察された。本種は海底に着底しほとんど動きを示さなかったが、「しんかい2000」が接近すると徐々に動き出して逃げた(写真1)。

この潜航では上記以外にイトヒキダラ *Laemonema longipes* Schmidt, ヨコスジクロゲンゲ

Lycodes esmarki Collett, シロゲンゲ *Lycogramma zesta* (Jordan et Fowler), ソコダラ類 Macrouridae, ハダカイワシ類 Myctophidae などが観察された。

(2) SH-2 水深680mの地点に着底し、西に向け航走し、3時間12分観察を行った。航走距離は550m、最大水深は720mで、離底時の水深は670mであった。海底谷付近に潜航したため、海底は急な勾配、斜面、小規模な棚状地形があり、複雑な形状であった。海底は泥で覆われていたが

がけや斜面では岩が露出している所がかなりみられた。キチジは棚状地形の場所でやや多く観察されたが、谷底、がけ、斜面、がけの上などほとんどすべての場所でみられた。

ここではキチジのほかにオオサガ、ヨコスジクロゲンゲ、シロゲンゲ、イラコアナゴ、イバラヒゲ *Coryphaenoides acrolepis* (Bean), チゴダラ科の一種およびエイの一種が観察された。また谷底やがけの下部では遺棄された底曳網、延縄などの漁具が発見された。

(3) SH-3: 水深 910 m の地点に着底し、西に向け航走し、3 時間 29 分観察を行った。航走距離は 850 m、離底時の水深は 900 m であった。海底はほぼ平たんで底質は泥であった。イラコアナゴ、コンゴウアナゴ *Simenchelys parasiticus* Gill が比較的多数観察された。これらの大半は海底上 1~2 m を遊泳しており、着底しているものはほとんどみられなかった。本調査点では前記 2 地点と比較して、キチジの分布は少なかった。「しんかい 2000」を停止し、サンマを入れたネットを海底上に放置し、魚類の娯集状況を観察した。開始後約 20 分でイラコアナゴ、コンゴウアナゴ、イバラヒゲ、ムネダラ *Coryphaenoides pectoralis* (Gilbert), チゴダラ科の一種が集まり、盛んにサンマに食い付く行動が観察され、これらの魚類はサンマのにおいに刺激されて集まってきたものと思われた。キチジとオオサガはサンマを餌に用いた底延縄では漁獲されるが、ここでは全く娯集せず、特にキチジはこのサンマから 1 m 程度離れた場所に 1 個体みられたが餌に反応を示す行動は全く認められなかった (写真 1)。

3. 考 察

富士・梶原¹⁾は水中カメラがメガロベントスの定量調査に適することを指摘している。わが国における水中カメラを用いた表在性メガロベントスの定量調査の代表的なものとしては駿河湾における研究⁸⁾がある。底棲魚類の定量調査に水中カメラを使用する場合、種の査定が容易であることはもちろんであるが、水中カメラと付属品や照明によって魚が逃避あるいは娯集しないことが必要である。このうち前者についてはここで述べたキチジは体色が赤いことでオオサガとともに他の魚類

から容易に識別でき、またオオサガとは胴部に比して頭部の幅が広いことにより明瞭に区別できる。後者については深海 TV システムのフレームからつり下げられたチェーンや重りがそばに着底した場合にはキチジが逃避する行動が観察されたが多くの場合には深海 TV システムが上を通過してもキチジは静止したままであった。「しんかい 2000」による観察でも 1 m 以内に接近しても逃避する行動はみられなかった。したがって、本研究で用いた曳航式深海 TV システムはキチジの定量調査に有効であるといえる。

従来キチジは漁業者の経験的な情報から地形が複雑ないわゆる礁あるいは根と呼ばれる場所に多いことが推測されていた。深海 TV システムによる観察の結果、キチジは平たんな場所にも棲息しているものの、地形が複雑な場所に特に多いことが明らかになった。深海 TV システムが一定速度で観察したと仮定し、C-2 における結果を平たんな場所 (観察開始から 15 時まで) と複雑な場所 (15 時から終了まで) に分けて分布密度を比較すると、後者は前者の 10.8 倍になる。フサカサゴ科魚類にはメバル属で顕著のように岩礁地帯に好んで生活する種が多く^{5) 11)}、キチジの分布特性がフサカサゴ科魚類の特徴を反映しているとも考えられる。一方、ここで観察された海底谷などの、地形が特に複雑な場所は底曳網に限らず底延縄や底刺網でも操業が困難な場所であり、漁具の損耗を避けるために操業を控える漁業者も多く、このためキチジが保護されているとも考えられる。「しんかい 2000」による観察では小規模な棚状の地形でも比較的多くのキチジが観察されたことから、キチジが平たんな場所よりも複雑な地形に多いことは明白であるが、両者における分布密度の差についてはさらに観察を繰り返す必要があるだろう。

岩手県沖水深 600~1200 m の水域におけるキチジの資源量は岩手水試^{2) 3) 4)}によりオットートルの単位面積当たり漁獲量から推定されている。この調査と本研究では数年の間隔があり資源量が同じであったとは考えられないが、ここではその年変動を無視して両者で得られた分布密度を比較した (表 3)。なお、同報告では漁獲量が重量で示されているため、調査で得られたキチジの

平均体重から個体数を逆算した。

オッタートロールの調査で得られたキチジの単位曳網面積当たりの個体数は最も多い水深 700～800 m でもわずかに 3.34 個体/ha で、深海 TV システムによる調査で得られた値よりも非常に少ない。深海 TV システムによるキチジの捕そく率が、100% に近いと考えると、両者の比はオッタートロールの漁獲効率を示す。松宮ほか⁶⁾は九州志々伎湾におけるマダイの調査において、小型底曳き網の漁獲効率を 3～9% と推定している。また、Ohta⁸⁾は水中カメラと小型底曳網による深海域の表在性メガロベントスの現存量の比較を行い、後者で得られた値は前者の 1/10 以下と述べている。表 3 に示した値のうち、水深 1,000 m 以浅では密度の比は 2.2～3.8% で上記の研究に近い値が得られたが、1,000 m 以深では 0.1～0.6% と極めて低い値となった。深海 TV システムによる調査のうち、水深 1,000 m 以深の C-1 と C-4 では海底谷やその近傍の観察を行った (図 2)。このような場所はキチジの分布が多く、これが表 3 にみ

られるような水深の増加に伴う漁獲効率の低下となって表れた一因と考えられる。しかしオッタートロールで得られた密度は水深 1,000 m 以深ではそれ以浅よりも大きく減少しており (表 3)、水深の増加とともにオッタートロールの漁獲効率が低下する可能性もうかがえる。

本研究では深海域におけるキチジの分布密度を明らかにしたが、その分布は海底地形に大きく影響を受ける。このため本研究で得られた値を岩手県沖深海域における分布密度の推定値と考えた場合には過大推定になるであろう。資源量の推定や上記の漁獲効率の問題については、今後特定の地形に片寄らないように調査点を設定した上で曳航式深海 TV システムによる観察を行うことやトロールネットを併用した調査を実施することが必要である。

文 献

- 1) 富士 昭・梶原昌弘, 1977, “メガロベントスの定量測定—潜水観測船による—”, 海の

表 3 オッタートロール (岩手水試 1978, 1989, 1981) と曳航式深海 TV システムによる調査から得られたキチジの分布密度の比較, * 印は曳航式深海 TV システムによる分布密度に対するオッタートロールによる分布密度の割合を示す。

Comparison of the population density of the kichiji rockfish obtained from the research by the deep towed TV system and otter trawl net (Iwate Pref. Fish. Exp. Stn. 1978, 1979, 1980). Asterisks reveal the ratio of density by trawl net to it by the deep towed TV system.

Depth (m)	Trawl net Density (No./ha)	Deep towed TV system							
		C-1		C-2		C-3		C-4	
		Density (No./ha)	Ratio* (%)	Density (No./ha)	Ratio* (%)	Density (No./ha)	Ratio* (%)	Density (No./ha)	Ratio* (%)
— 700	2.87			} 88.5	3.2				
700—800	3.34				3.8				
800—900	0.95					} 39.2	2.4		
900—1000	0.88						2.2		
1000—1100	0.20							} 35.2	0.6
1100—1200	0.07	} 23.2	0.3						0.2
1200—1300	0.07		0.3						
1300—	0.02		0.1						

- 生態学と測定, 67—82, 恒星社厚生閣
- 2) 岩手県水産試験場, “深海漁場開発試験調査報告書 第1報” (1978)
 - 3) 岩手県水産試験場, “深海漁場開発試験調査報告書 第2報” (1979)
 - 4) 岩手県水産試験場, “深海漁場開発試験調査報告書 第3報” (1981)
 - 5) 益田 一ほか, 1975, “魚類図鑑 南日本の沿岸魚”, 336—340, 東海大学出版会.
 - 6) 松宮義晴ほか, 1980, “志々伎湾におけるマダイ当歳魚の資源量推定”, 西海区水産研究所研究報告 54, 315—320.
 - 7) 三河正男, 1981, “キチジの成熟と産卵について”, 昭和55年度漁業資源研究会議北日本底魚部会会議報告, 42—52.
 - 8) Ohta, S., 1983, “Photographic census of large-sized benthic organisms in the bathyal zone of Suruga Bay, central Japan”, Bull. Ocean Res. Inst., Univ. Tokyo, 15, 1—244.
 - 9) 東北区水産研究所, 1956, “東北海区の底魚” 東北水研叢書 6, 61—68.
 - 10) 鳥居酉蔵, 1973, “昆虫集団の Pattern とその見わけ方”, 新編生態学汎論, 375—435, 養賢堂.
 - 11) 上野達治, 1977, “北海道の自然 2. 海の魚”, 107—118, 北海道新聞社.



写真1 「しんかい2000」で観察された魚類。

A: キチジ (水深 500m), B: オオサガ (水深 500m), オオサガの後方には小規模な棚状の地形がみられる。C: エゾイソアイナメ (水深 500m), D: 海底に置かれた餌 (サンマ) とキチジ (水深 900m), 餌にはイラコアナゴが集まっている。

Fishes observed from "SHINKAI 2000". A: Kichiji rockfish (500 m depth). B: Angry rockfish (500m depth). The ground gently risen is seen behind the angry rockfish. C: Brown hakeling (500m depth). D: Bait (Japanese saury) put on the ground and kichiji rockfish (900 m depth). Cutthroat eels gather around the bait.