

# 大水深域での大型浮魚礁集群機構の解明と 効率的利用法の研究

西海区水産研究所 石垣支所  
沖合資源研究室 矢野和成  
清水弘文  
小菅丈治  
沿岸資源研究室 水戸啓一  
加藤雅也  
小林正裕

## 緒 言

沖縄県では浮魚礁を利用した漁業は水揚げ量、生産額とも1、2位を争う重要な漁業である。1996年末には石垣島南東沖に大型浮魚礁が設置され、この漁業のさらなる振興が図られている。大型浮魚礁の効率的な利用方法を検討するため、以下の6項目の目的を設定し調査を実施した。

1. 八重山周辺海域におけるパヤオ（浮魚礁）漁業の実態を把握する。
2. 大型浮魚礁周辺の魚類相を解明し、魚種別の集群状態について把握する。
3. 沿岸域から大型浮魚礁周辺域までの仔稚魚の分布状態を解明する。
4. 大型浮魚礁で漁獲される主要魚種の体長および年齢組成を明らかにする。
5. 大型浮魚礁で漁獲される主要魚種の食性を解明し、浮魚礁周辺での生態系について検討する。
6. 大型浮魚礁に蟄集する主要魚種でバイオテレメトリー調査を行い、それらの行動生態を解明する。

## 調査方法

1. 八重山漁協において主要漁獲対象魚、漁業盛期、漁船数等の聞き取り調査を行った。
2. 大型浮魚礁周辺の魚類相を解明するための調査は1997年5月から11月までに6回、1998年4月から9月までに6回の計12回行った。調査は潜水調査と漁獲調査に分けられ、潜水調査では目視観察、水中ビデオ及びカメラ撮影を水深30mまで行い、漁獲調査では大型浮魚礁周辺で冷凍カタクチイワシを餌とし、ふかせ釣りを行うことにより魚種の確認、分布様式、現存量の把握を行った。
3. 仔稚魚の分布調査は、1997年7月から10月までに5回、1998年4月から8月までに5回の計10回の調査を行い、各回とも石垣島南東13.4マイル沖の大型浮魚礁周辺域、8.2マイル沖の陸と大型浮魚礁の中間域、1.2マイル沖の沿岸域で、丸稚ネット（口径130cm）の表層曳きを各10分間行った。Shannon-Weaverの多様度（H'）及びPielouの均等性要素多様度を用いて各海域で採集された仔稚魚群集の分布状態を比較した。
4. 1998年11月から1999年10月まで月に2～3回、八重山漁協において主要漁獲対象種の魚体測定を行った。また、最も多く漁獲されるキハダについては年齢査定のため、尾柄部から1尾につき数枚～十数枚の採鱗を行い、実体顕微鏡下で輪紋の計数を行った。
5. 食性調査では浮魚礁の主要漁獲対象魚の内臓の採集を地元の鮮魚店に依頼し、1998年10月から1999年9月まで、魚種ごとに一月分の胃内容物を保管し月1回、餌生物の分類、計量を行った。
6. 1999年9月8日、9日及び同年10月1日にバイオテレメトリー調査を実施した。9月8日と9日には大型浮魚礁周辺で漁獲されたカツオ2尾（カツオNo.1, 尾叉長35.3 cm, カツオNo.2, 尾叉長39.2 cm）に、10月1日にはツムブリ（尾叉長 42.8 cm）に、それぞれ69.5kHzの深度センサーを備えた超音波発信器（長さ106 mm,

水中重量16 g)を装着して放流した。これらの実験魚は浮魚礁周辺でふかせ釣りにより捕獲した。放流後の魚の位置は船に取り付けてあるGPSを用いて測定した船位とした。

### 調査結果

#### 1. 八重山におけるパヤオ（浮魚礁）漁業

石垣島周辺には19基の浮魚礁が設置されており、このうち6基は沿岸域に設置されたサワラ用浮魚礁で、13基は沖合域に設置されたマグロ用浮魚礁である（図1）。

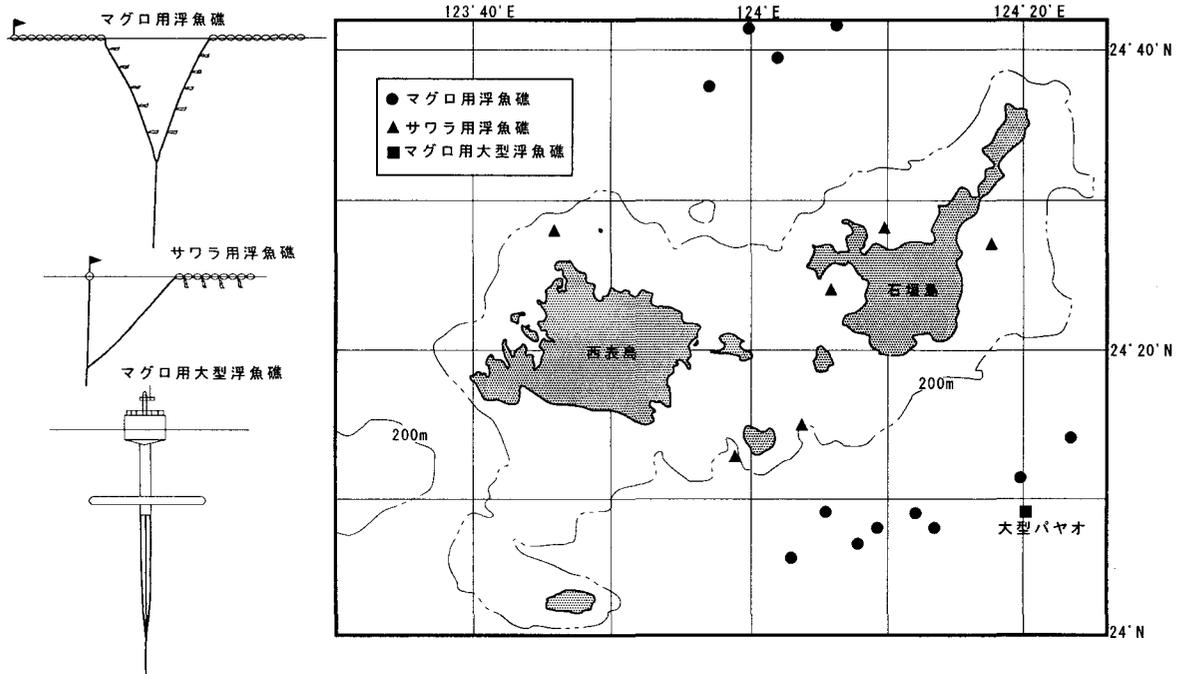


図1 石垣島周辺海域におけるパヤオ設置場所

19基のうち18基は八重山漁協が設置したものであるが、1996年末には石垣島南西33km沖に沖縄県により耐久性の大型浮魚礁が設置された。八重山漁協における全漁獲量は平成4年から7年でみると1,500から1,600トンでこのうち浮魚礁における漁獲が4～11%である（図2）。浮魚礁での主な漁獲対象魚はカツオ・キハダ・シイラで、このほかにツムブリまれにクロカジキやクロマグロが漁獲される。

月別の漁獲量の推移を平成7年度で見ると8・9月が盛漁期となっている（図3）。主な漁法は曳き縄或いはふかせ釣りで状況に応じて使い分けている。

パヤオ漁業専業船は40隻程度であるが、兼業船も含めた月別の浮魚礁利用延べ隻数を平成7年度で見ると少ない月で360隻、多い月だと670隻にもものぼる（図4）。これらの船はほとんどが5トン未満、すべて日帰り操業である。

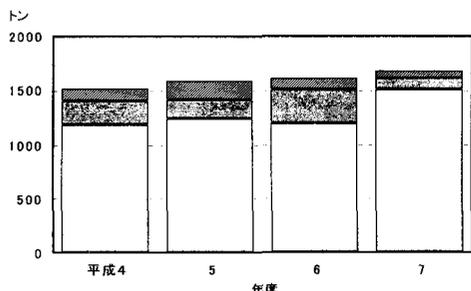


図2. 八重山漁協における取り扱い量の推移

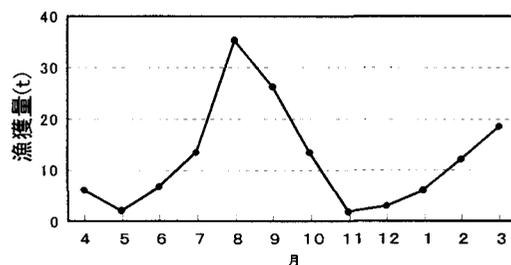


図3. 浮魚礁における漁獲量の経月変化



図4. 浮魚礁利用延べ漁船数の経月変化

表1. 浮魚礁周辺における魚類の分布様式

大型浮魚礁近傍		
①浮体(水深2m)~人工海底(水深7.8m)	②浮体~連結部(水深16.2m)	③連結部~水深30m
オヤビツチャ ツバメウオ ソウシハギ イシダイ	テンジクイサキ ミナミイヌミ ノトイヌミ ヒレナガカンパチ ウスバハギ クロヒラアジ	メジロサメ科 ブリモドキ
大型浮魚礁近傍~周辺		
④表層	⑤表層~連結部	
シイラ カマスサワラ	クサヤモロ ツムブリ アミモンガラ	
大型浮魚礁周辺		
⑥表層~水深30m		
キハダ カツオ クロカジキ		

## 2. 大型浮魚礁周辺の魚類相

大型浮魚礁周辺で確認された魚種は20種で、それらの分布様式は表1のように6つのタイプに分類できた。これを模式的に図5に示した。

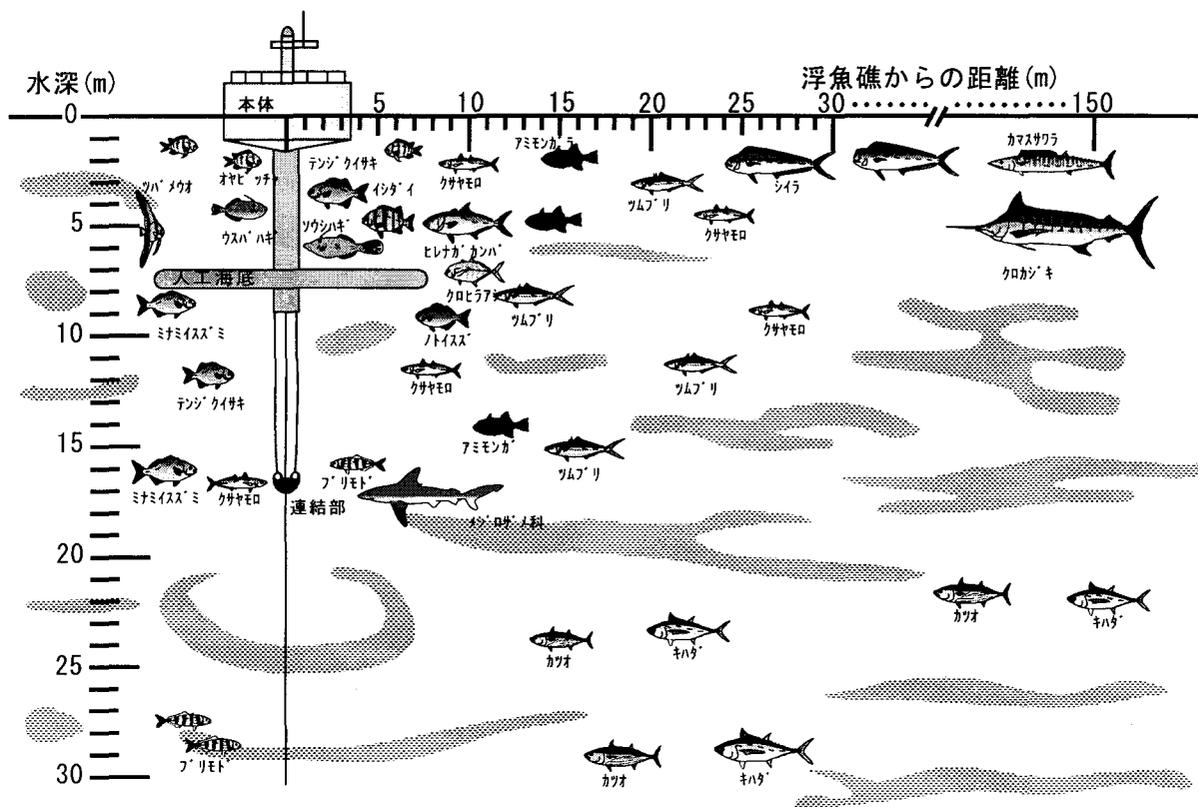


図5. 浮魚礁周辺における魚類の分布様式

大型浮魚礁近傍では、本体から人工海底までにはオヤビツチャ、ツバメウオ、ソウシハギ、イシダイが、本体から水深16.2mの連結部までにはテンジクイサキ、ミナミイヌズミ、ノトイヌズミ、ヒレナガカンパチ、ウスバハギ、クロヒラアジが、大型浮魚礁近傍の連結部から水深30mにはブリモドキとメジロサメ科のサメが分布していた。大型浮魚礁近傍から周辺では、表層付近にシイラ、カマスサワラが、表層から連結部にはクサヤモロ、ツムブリ、アミモンガラが分布していた。大型浮魚礁の周辺では表層から水深30m付近にキハダ、カツオ、クロカジキが分布していた。キハダとカツオは大型浮魚礁からの距離が150m付近まで釣獲された。

大型浮魚礁周辺における魚類の現存量を0尾、1~9尾、10~99尾、100~999尾、1,000尾以上の5段階に分けて表2に示した。すべての潜水調査時に確認された魚種は、オヤビッチャ、テンジクイサキ、ミナミイスズミ、アミモンガラ、ツムブリで、これらの魚種は数十から数百の現存量であった。キハダは1,000尾以上の群が4回確認され、相対的な現存量ではもっとも多かった。

大型浮魚礁に蛸集する魚類の目視による全長を調査毎に示すと表3のようになり、どの魚種でも大きな変化は認められず、長期間浮魚礁周辺に留まることはなく、常時、加入離散が行われているのではないかと考えられた。

表2. 浮魚礁周辺における魚類の現存量

調査年月日 魚種	1997						1998					凡例	
	5/08	7/17	7/28	8/14	10/09	11/20	4/28	5/22	6/24	7/28	8/28		9/18
オヤビッチャ <i>Abudefduf vaigiensis</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ツバメウオ <i>Platax teira</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ソウシハキ <i>Aluterus scriptus</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
インダイ <i>Oplegnathus fasciatus</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
テンジクイサキ <i>Kyphosus cinerascens</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ミナミイスズミ <i>Kyphosus sp.</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ノイスズミ <i>Kyphosus biggibus</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ヒレナガカンパチ <i>Seriola rivoliana</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ウスハハキ <i>Aluterus monoceros</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
クロヒラアジ <i>Carangoides ferdau</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
メジロガメ科 <i>Carcharhinidae</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ブリモドキ <i>Naucrates ductor</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
シイラ <i>Coryphaena hippurus</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
カマスサワラ <i>Acanthocybium solandri</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
アミモンガラ <i>Canthidermis maculata</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
クサヤモロ <i>Decapterus macarellus</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ツムブリ <i>Elagatis bipinnulata</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
キハダ <i>Thunnus albacares</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
カツオ <i>Katsuwonus pelamis</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
クロカジキ <i>Makaira mazara</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

表3. 浮魚礁周辺における魚類の全長組成

調査年月日 魚種	1997						1998					
	5/8	7/17	7/28	8/14	10/9	11/21	4/28	5/22	6/24	7/28	8/28	9/18
オヤビッチャ <i>Abudefduf vaigiensis</i>	10	12	10-12	8-13	8-13	12-13	10-13	4-10	6-13	5-12	5-12	5-10
ツバメウオ <i>Platax teira</i>	25	—	25	25	15-20	20-25	25	30	—	15	20	30
インダイ <i>Oplegnathus fasciatus</i>	—	—	—	—	18	20	25	25	—	—	—	—
ソウシハキ <i>Aluterus scriptus</i>	—	—	40	—	30	40	—	—	—	—	—	—
テンジクイサキ <i>Kyphosus cinerascens</i>	20-25	20-25	15-30	15-30	12-20	20	15-25	15-20	12-25	10-25	20-25	10-20
ミナミイスズミ <i>Kyphosus sp.</i>	20-25	20-25	15-30	15-30	12-20	20	15-25	15-20	12-25	10-25	20-25	10-20
ノイスズミ <i>Kyphosus biggibus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	20	20	20	15
ヒレナガカンパチ <i>Seriola rivoliana</i>	—	20	20	25	—	25	—	20	25	—	—	—
ウスハハキ <i>Aluterus monoceros</i>	—	—	—	20-30	30	—	—	—	30	20-25	25-30	25
クロヒラアジ <i>Carangoides ferdau</i>	—	—	20	25	—	—	—	—	—	—	25	25
メジロガメ科 <i>Carcharhinidae</i>	—	—	120	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ブリモドキ <i>Naucrates ductor</i>	—	—	40	—	—	—	—	—	25	—	—	—
シイラ <i>Coryphaena hippurus</i>	—	—	—	40	—	—	—	—	—	60-70	40-60	—
カマスサワラ <i>Acanthocybium solandri</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	90	90	—
アミモンガラ <i>Canthidermis maculata</i>	30	30	30-40	20-30	20-30	30-40	25-40	30	30-40	18-25	30-40	—
クサヤモロ <i>Decapterus macarellus</i>	30-40	30	30	30-40	30	30	30-40	30-40	30-40	—	—	30
ツムブリ <i>Elagatis bipinnulata</i>	30-50	30-50	20-70	20-60	20-50	25-40	30-40	30-40	30-60	15-30	20-60	25-50
キハダ <i>Thunnus albacares</i>	40-50	40-70	50-60	70	60-70	—	50-60	50-60	50-60	—	50-70	—
カツオ <i>Katsuwonus pelamis</i>	—	40-50	—	40	—	—	—	30-40	—	50-60	—	—
クロカジキ <i>Makaira mazara</i>	—	—	250	—	—	—	—	—	—	—	—	—

3. 仔稚魚の分布状態

採集された仔稚魚は、沿岸域で22分類群64個体、中間域で17分類群68個体、大型浮魚礁周辺域で28分類群95個体であった(表4)。各海域ごとに合計したデータから算出した多様度(H')は、沿岸域で3.74、中間域で3.25、浮魚礁周辺域で3.21と沿岸海域ほど多様度が高い傾向がみられた。均等性要素多様度(J)は沿岸域で0.84、中間域で0.80、大型浮魚礁周辺域で0.67となり沿岸域ほど出現魚種の個体数に偏りが少ない傾向が認められた。これらの指数は、沿岸域ほど多くの分類群に属する仔稚魚がそれぞれ少数採集され、優占種が出現しなかったのに対し、大型浮魚礁周辺域では特定の種類の仔稚魚が多く採集される月があり、優占種が存在する結果と一致した。また、浮魚礁周辺域では浮魚礁で漁獲対象となっているキハダ、クロカジキの仔魚が採集され、それぞれの全長は4.9mmと4.2mmであった。

表4. 浮魚礁周辺域、中間域、沿岸域で採集された仔稚魚

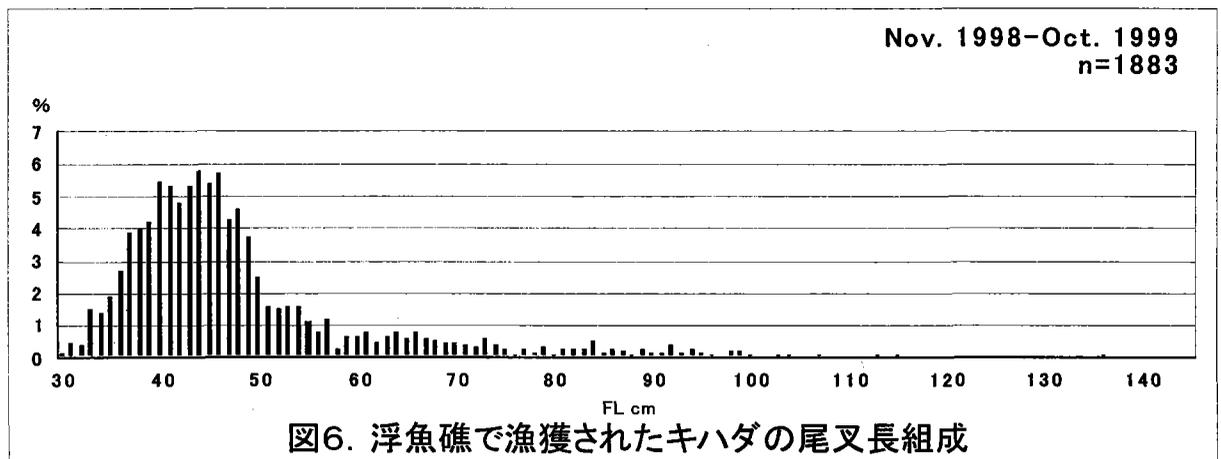
魚種	97/07/17			97/07/28			97/08/14			97/09/26			97/10/09			98/04/28			98/05/22			98/06/24			98/07/28			98/08/28			計			
	浮	中	沿	浮	中	沿	浮	中	沿	浮	中	沿	浮	中	沿	浮	中	沿	浮	中	沿	浮	中	沿	浮	中	沿							
アカマツサ属																													1	1				
ムロアシ属																														1	1			
トウロウイワシ科					2																									2	2			
ミナキヒナゴ										2																				2	2			
オキナトウゴロウ										2																				1	3			
テンシカダツ					2																									2	2			
シロビレサヨリトビウオ	2	1	1		1		6			1					1	1	6		3	3	1									27	27			
クロビレサヨリトビウオ					1		3	2							2			3		3	6									20	20			
トビウオ科							1																								1	1		
アヤトビウオ					2			2																							4	4		
アリアトビウオ																															1	1		
イダテトビウオ								3	1										2												7	7		
ウケグチトビウオ																1															1	1		
ツマリトビウオ																			1												1	1		
ニホトビウオ																				1											1	1		
サンバシダマン	1	1			2		3	1	1						1			1	1	2	1	3	1	1						20	20			
ハコモトトビウオ	1						1																								2	2		
ハシウチトビウオ												1																			1	2		
ホソアトビ														1																	1	1		
キハダ																																1	1	
クロカジキ																																2	3	
マカジキ																	1															1	1	
サクラダイ亜科	2																														2	2		
サクラダイ																																1	1	
スズメダイ科																																2	2	
シヨクスマダイ										1																						1	1	
テンシカダイ科																																2	3	
シラス型	3	1																														4	4	
ヒメジ科	4			1	1						6				1	19	1			8		2	4						14	1	62	62		
ハシボ科																																1	1	
ホウ科											1																					1	1	
ワケチホウ											1																					1	1	
アゲイ科																																1	1	
イソギンボ科	2				5				1																						2	10	10	
イソギンボ科(カエルウオ族)																																1	1	
イソギンボ科ナヘガ属																																1	7	
ナヘガ族																																1	1	
クロギンボ属											1																						1	1
ニソギンボ																																	1	1
イヌギンボ																																1	1	
ハダカイワシ科a	3																															3	3	
ハダカイワシ科b	3																															3	3	
ハイロオニハダカ									1																							1	1	
ネズミギス																																	10	10
チョウチンアコウ亜目																																2	2	
ヨコエソ科																																	2	2
ミナミサイウオ																																	1	1
不明																																	3	3
合計尾数	21	4	2	5	12	1	21	4	9	18	1	0	0	2	1	3	22	3	1	5	23	2	11	23	8	1	1	16	8	2	230	230		

4. 主要魚種の体長および年齢組成

4-1. キハダ

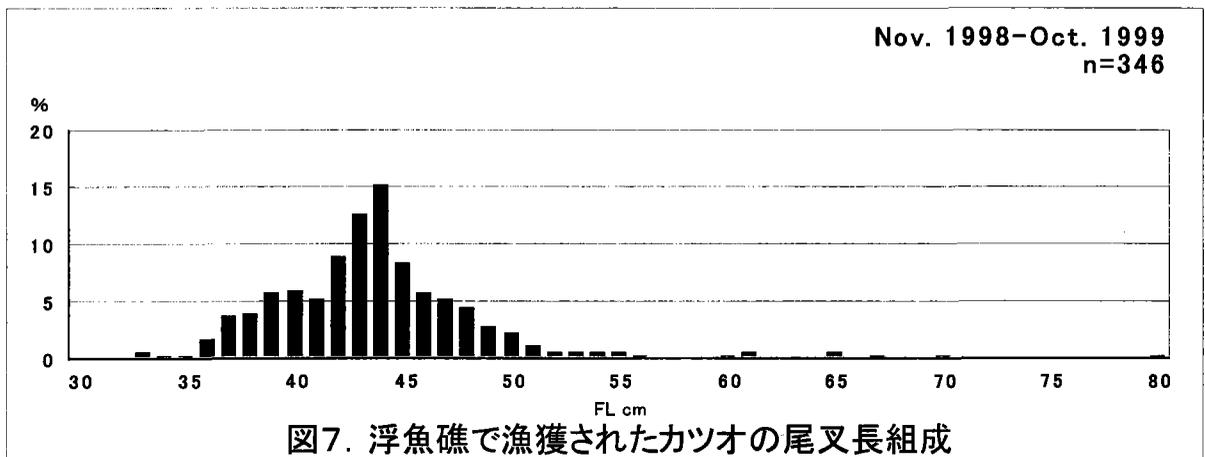
周年、尾叉長30cm台から50cm台の魚が主に漁獲されている(図6)。検鱗の結果から、当歳魚の尾叉

長範囲は34~48cm、1歳魚は46.1~67.5cm、2歳魚は74~96.3cm、3歳魚は88.4~120.4cm、4歳魚は111.8~136.2cm、5歳魚は116.5~140cmであった。以上のことからキハダについては30cm台の当歳魚と50cm台の1歳魚の二つの年級群が漁獲の主体といえる。また、数は少ないが2歳以上の魚も漁獲され、最高5歳、尾叉長140cmの個体も認められた。



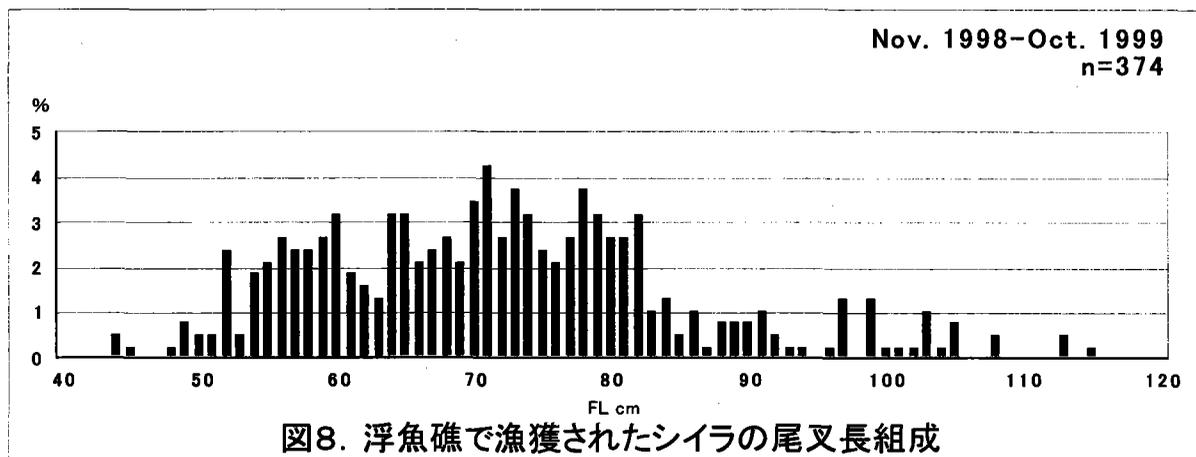
#### 4-2. カツオ

周年、尾叉長35~50cmの魚が漁獲されており、44cmにピークが認められた(図7)。これらの魚の年齢は1+と推定され<sup>1)</sup>、単一の年級群を主体に漁獲していると考えられる。



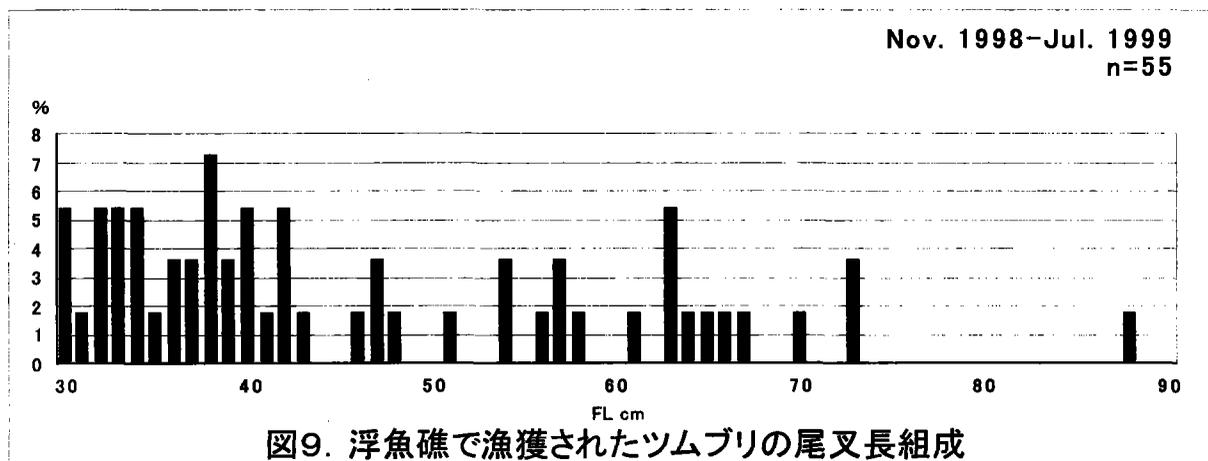
#### 4-3. シイラ

尾叉長50cm台から110cm台の幅広い体長階級の魚が漁獲されている(図8)。尾叉長50cm台から90cm台の魚は主に1歳魚で、100cm以上の魚は2歳魚と推定される<sup>2)</sup>。1歳魚が主体に漁獲され、これに若干の2歳魚が混じっていると考えられる。



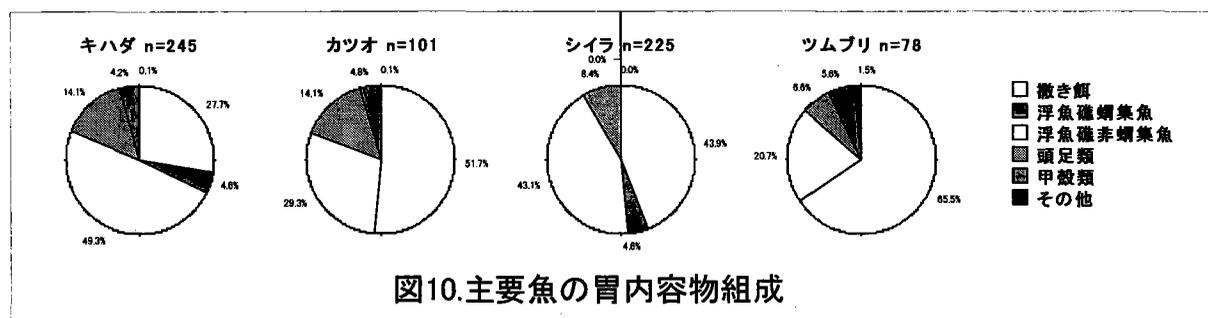
4-4. ツムブリ

尾叉長30cm台の魚が漁獲の主体となっているが、80cm台までの幅広い体長階級の魚が漁獲されている(図9)。漁獲の主体の30cm台の魚は1歳魚と推定され、5歳魚以上までの多くの年級群が漁獲されていると考えられる<sup>9)</sup>。



5. 主要魚種の食性

大型浮魚礁周辺で漁獲される主要魚種であるキハダ、カツオ、シイラおよびツムブリの胃内容物は、撒き餌が大半を占めていた(図10)。蛸集魚を摂餌していたのは大型のシイラ3尾と大型のキハダ1尾のみで、シイラはそれぞれの個体がクサヤモロ、キハダ、ツムブリを1尾ずつ摂餌しており、キハダはカツオ1尾を摂餌していた。主要魚種は撒き餌を大量に摂餌しているものの、大型浮魚礁に蛸集している魚類は殆ど摂餌しておらず、逆に蛸集していない魚類、イカ類、甲殻類等をより多く摂餌していた。



6. 大型浮魚礁に蟻集する主要魚種のバイオテレメトリー調査

1999年9月8日の午前7時40分に発信器を装着し放流されたカツオ No.1 は、浮魚礁の周辺の半径1km以内で遊泳していた(図11)。このカツオについては14時まで追跡し、追跡時間は6時間20分であった。

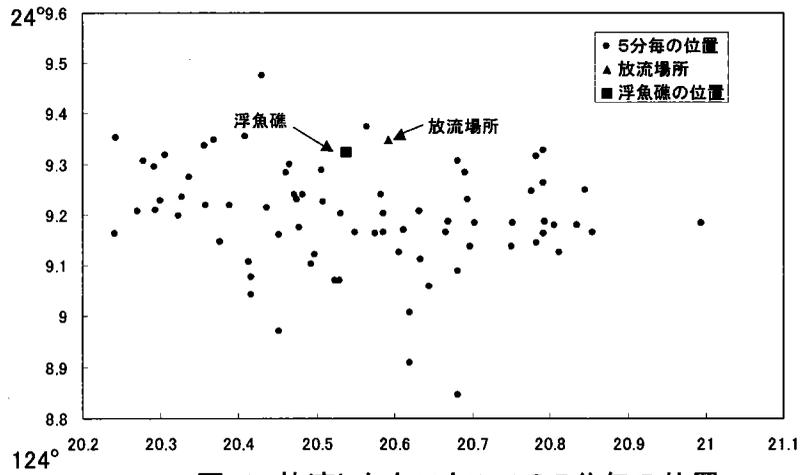


図11. 放流したカツオNo.1の5分毎の位置

翌日の9日に放流されたカツオ No.2 は浮魚礁の周辺の半径500m以内で滞留していた(図12)。追跡は9時50分から12時10分まで(2時間20分)実施した。

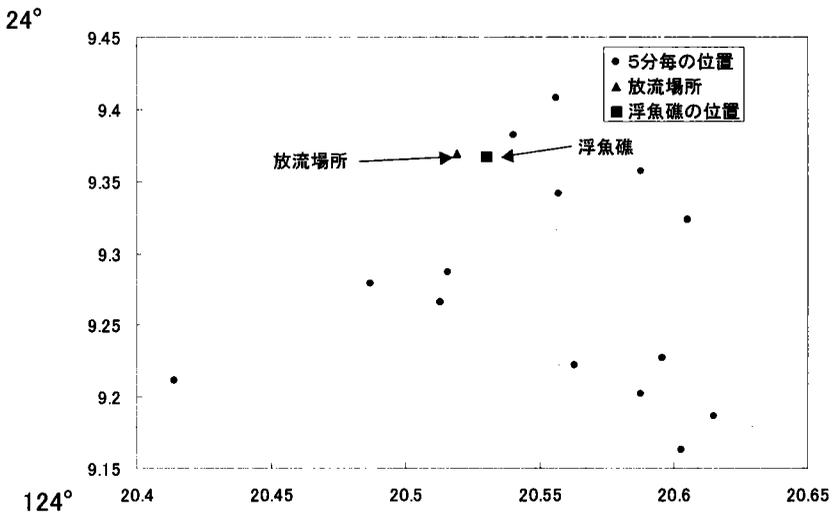


図12. 放流したカツオNo.2の5分毎の位置

10月1日に発信器を装着して放流されたツムブリは浮魚礁のすぐ近くに滞留し、最も浮魚礁から離れた時でも水平距離で約100m程度であった(図13)。追跡は9時55分から始め14時に終了した。追跡時間は4時間5分であった。

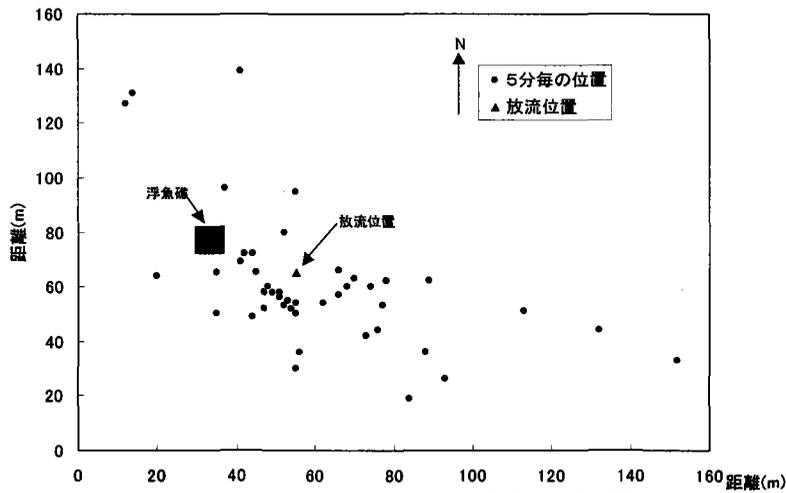


図13.放流したツブリの5分毎の位置

カツオ No.1 の遊泳水深は表層から水深約 300m の間を上下移動していた。放流後、約 3 時間は水深 200m 以上の比較的深い水深帯で遊泳していたが、その後表層から水深 250m の間で活発な上下移動を繰り返していた(図 14)。

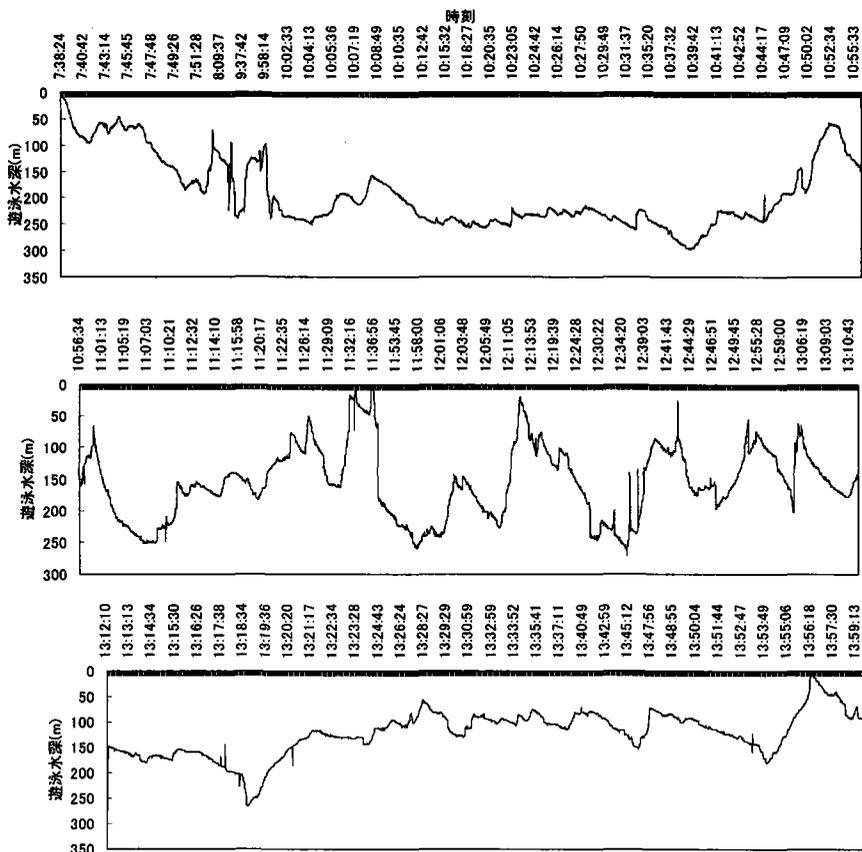


図14. 放流したカツオNo.1の鉛直移動

カツオ No.2 は放流後水深 30m から 120m の間を上下移動していたが、午前 11 時ごろには水深 200m 付近にまで潜った(図 15)。

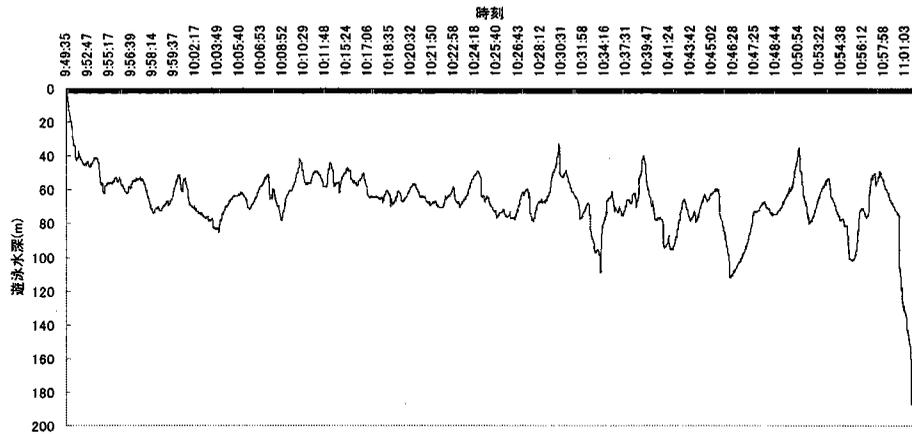


図15. 放流したカツオNo.2の鉛直移動

ツムブリは放流後約1時間程の間は水深10mから40m付近を遊泳していたが、その後表層付近で遊泳していた。13時40分ごろから水深60-80m付近にまで潜り調査終了までその水深帯で遊泳していた(図16)。

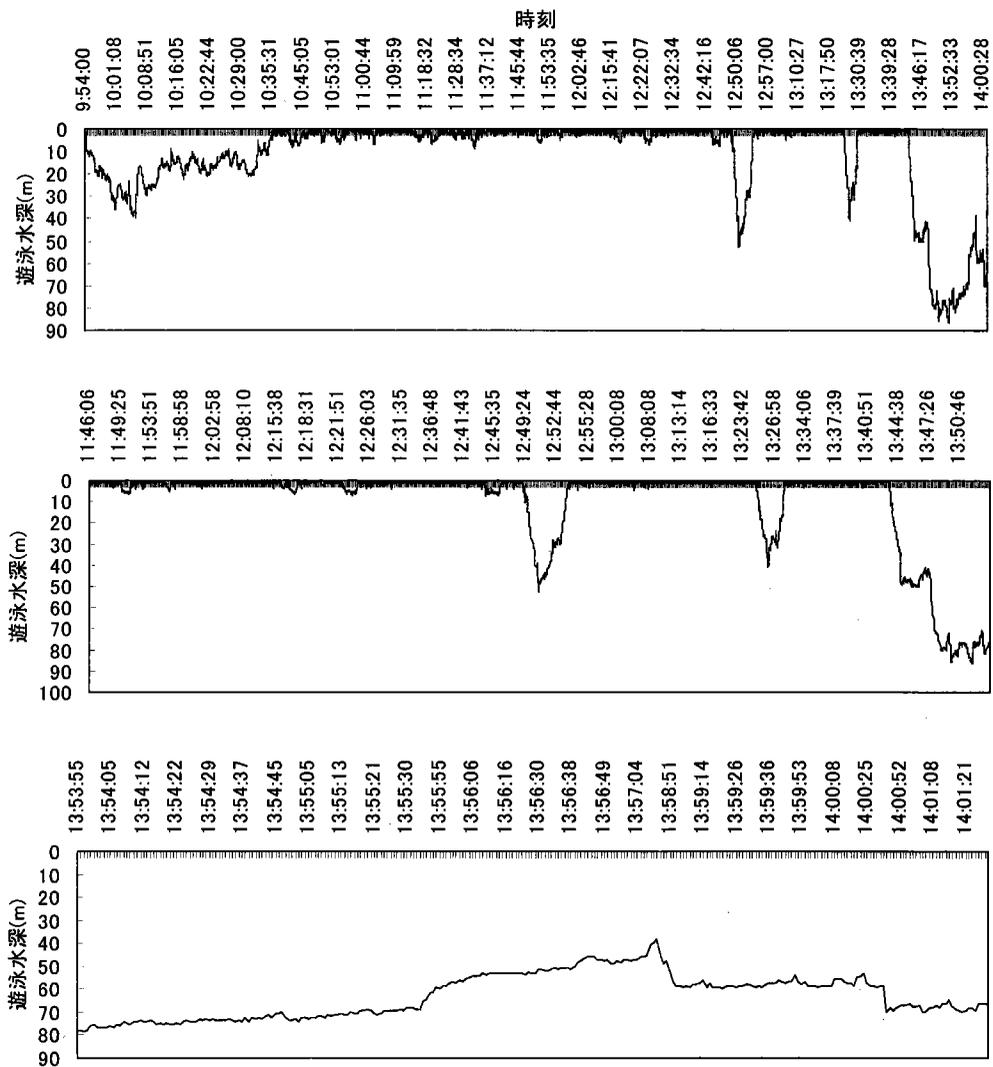


図16. 放流したツムブリの鉛直移動

## 考 察

大型浮魚礁に蝟集するオヤビッチャ等、小型魚の現存量はより大型のキハダやカツオの現存量よりかなり少なく（表2）、これらのことは、一般的に言われているような、浮魚礁につく小型魚を摂餌するために大型魚が集まってくると言う説を否定するものであった。

仔稚魚の採集調査では大型浮魚礁での主漁獲対象種であるキハダとクロカジキの仔稚魚が採集された。大型浮魚礁周辺にはこれらの親魚も分布していることから浮魚礁の近くでこれら魚種が産卵している可能性が示唆された。

大型浮魚礁周辺で漁獲されるキハダ、カツオ、シイラ及びツムブリはいずれも0～1歳魚が漁獲の主体となっておりこれらの魚種にとって大型浮魚礁は若魚の生育場となっている可能性が示唆された。

大型浮魚礁周辺における主要漁獲対象種のキハダ、カツオ、シイラ及びツムブリの胃内容物からは大型浮魚礁に蝟集している小型魚は殆ど確認されなかった。このことは現存量との結果と併せて、大型の魚類が浮魚礁に付いている小型魚を摂餌するために浮魚礁に蝟集するのではないことを示唆している。今回の調査では何故魚類が浮魚礁に蝟集するのかは解明できなかった。今後、浮魚礁への魚類の集群機構の解明が望まれる。

潜水観察による結果では、カツオの分布水深は表層から水深30m付近、ツムブリは表層から水深16m付近であった。潜水調査では水深に限界があるが、バイオテレメトリー調査では、潜水観察に比べてはるかに深い水深まで追跡でき、また、急激な鉛直移動も観察できる。

1996年から1997年にかけてハワイ諸島のひとつ、オアフ島沖合に設置されている浮魚礁でキハダに音波タグを装着した調査が行われており、19ヶ月の間に35回浮魚礁に戻って滞留していたことが明らかにされた。これらのキハダはタグを装着した個体が同時期に出現することから、群れによる遊泳行動であることが示唆されている<sup>9)</sup>。今後、浮魚礁に蝟集する魚類の長期間にわたるバイオテレメトリー調査を進めることにより、浮魚礁の影響範囲、蝟集機構、浮魚礁周辺での魚類の行動生態等の解明が望まれる。

## 摘 要

1. 石垣島南西33km沖に設置されている大型浮魚礁周辺の魚類の分布様式、体長組成、年齢組成、食性、行動生態等を明らかにする目的で潜水調査、仔稚魚の分布調査、バイオテレメトリー調査を実施した。
2. 大型浮魚礁周辺で確認された魚種はキハダ、カツオ等合計20種類でそれらの分布様式は6つのタイプに分類できた。
3. 稚魚ネットによる採集結果では沿岸域、中間域、浮魚礁周辺域の順に稚魚の出現種の多様性は高かった。また、浮魚礁周辺域でキハダ及びクロカジキの稚魚が採集されており、それらの親魚も浮魚礁に蝟集することから、浮魚礁周の近くで産卵している可能性が示唆された。
4. 浮魚礁で漁獲される主要魚の体長及び年齢組成調査を行った。キハダは30-50cmの0・1歳魚、カツオは35-50cmの1+歳魚、シイラは50-90cmの1歳魚、ツムブリは30cm台の1歳魚主体であった。
5. 浮魚礁周辺で漁獲される主要魚種の胃内容物は、撒き餌が大半を占めていた。釣り餌を除くと主要魚種は浮魚礁に蝟集している魚類を殆ど摂餌しておらず、逆に浮魚礁に蝟集しない魚類、イカ類、甲殻類等をより多く摂餌していた。このことより大型の魚類が浮魚礁に付いている小型魚を摂餌するために浮魚礁に蝟集するのではないことが示唆された。
6. カツオ2尾、ツムブリ1尾でバイオテレメトリー調査を行い、両魚種とも浮魚礁周辺に滞留しカツオは水深300mまでツムブリは90mまでの鉛直移動が確認された。

文 献

- 1) Yao, M. (1981): Growth of Skipjack Tuna in the Western Pacific Ocean. Bull. Tohoku Reg. Fish. Lab., (43), 71-82.
- 2) Beardsley, G. L., Jr (1967) : Age, Growth, and Reproduction of the Dolphin, *Coryphaena hippurus*, in the Straits of Florida. Copeia 1967, 441-451.
- 3) 岩崎行伸 (1991): ツムブリの漁獲分布と魚体組成について. 東海大紀要海洋学部 (32), 137-145.
- 4) Pelagic Fisheries Research Program (1998): School Behavior and site fidelity of monitored tuna. PFRP, 3(1), 7-8.