

中層浮魚礁設置試験調査

飯田 隆重・秋元 清治*・瀬戸口 明弘・鈴木 茂男

はじめに

最近、マリノフォーラム21浮魚礁システム研究会をはじめ、これに関与する各県では、浮魚礁の開発改良試験に積極的に取り組み、浮体の設置および係留保持の技術、また付加機能としての集魚機能、観測機能、情報伝達機能などのシステム化について、かなりの成果をあげ早期の実用化に向けて努力している。

そこで、本県沿岸域でも現在の漁場利用をさらに高度化し、沿岸漁船漁業の効率的生産性の向上を計る手

段の一つとして、これまでの沈積型魚礁による漁場造成に加え、将来、浮魚礁の設置が望まれるものと考えられるので、それに対応するために魚礁調査研究事業の一環として本調査を実施した。

調査実施の概要

1. 調査実施期間

本調査は中層浮魚礁を設置した1987年6月18日から、撤収した同年11月12日までの147日間である。

2. 調査域と設置点

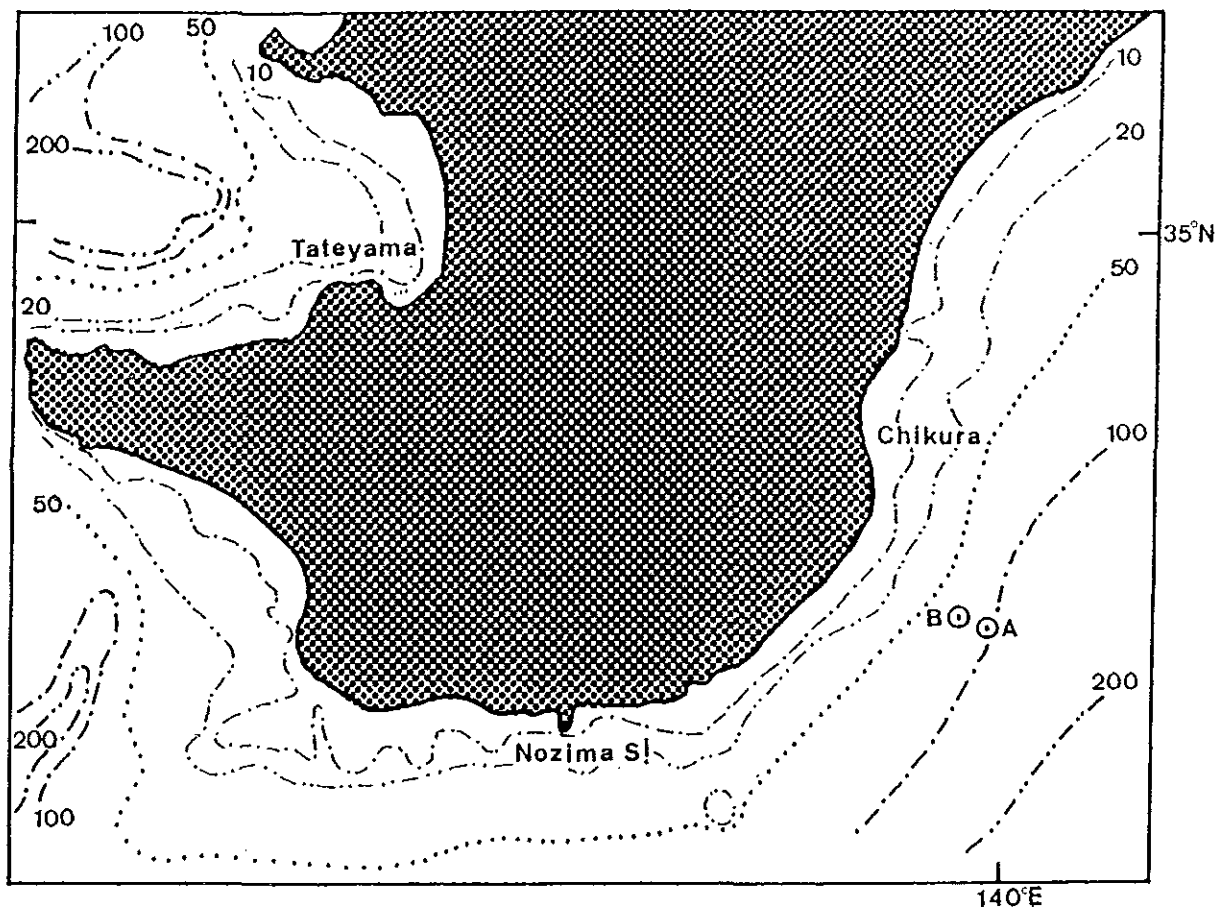


図1 調査域と調査点

* 現千葉県水産部水産課

調査域は図1に示す中で、野島崎の正南線から以東域である。また中層浮魚礁を設置した場所は、千倉漁港から真方位145度0分、距離4,700m (34°55.2' N, 139°59.8' E) である。

この設置点を選定した理由は、

- イ) 調査の対象魚種としたカツオ類・ブリ類・シイラ・アジ類・サバ類などの回遊径路にあたる海域である。
 - ロ) 昼間は常時、陸上(千葉県水産試験場の屋内)から設置点付近の観望が可能である。
 - ハ) 船舶の航行が少なく調査にあまり支障を来たさない海域である。
- などのことである。

3. 充当船舶

浮魚礁の設置と撤収および設置点付近の海底地形調査と魚群分布調査には、第二ふさみ丸(船長:西牧孝, 33GT, 800PS)を、また潜水調査と漁獲調査には、千葉1号艇(3.5GT)を使用した。

4. 調査の種類と項目

本調査の中で実施した各種の調査と、その項目については次のとおりである。

- 1) 調査域内の小型漁船漁業の操業実態調査
- 2) 気象調査…風向・風速
- 3) 海象調査…水温・塩分・波浪・流況
- 4) 海底地形調査…測深
- 5) 生物相調査…魚群分布・漁獲魚種・プランクトン・附着生物
- 6) 潜水調査…蛸集魚類・附着生物・中層浮魚礁の設置状況などの観察
- 7) 耐久性調査…浮体各部の損傷・減耗

5. 中層浮魚礁の設計と構造

1) 設計条件

中層浮魚礁の設置点の水深は70m~100mとし、浮体の深度は船舶の航行を考慮して水面下30mとした。海潮流の流速は、付近の定置網漁場での流況調査結果から推測して、最大で1.5m/secと設定した。波浪は県内沿岸域におけるこれまでの観測結果から推測して、最大波を $H_{max} = 8m$, $T_{max} = 14sec$ とした。

2) 構造

中層浮魚礁は図2に示すような形状のものを2基作製した。全体の構造は浮体部、係留索部、碇部から成り立っており、浮力を上部に集中し、なるべく簡易で流水抵抗を小さくとれるものとした。材料は市販されているものを使用した、一部に加工を施した。

イ) 浮体部

A型浮魚礁の浮体部は長さ8m、直径8.9cmの鋼鉄

パイプ(中空)を用い、その先端部1.56mの間にフロート取付け用の鉄製のリングを溶接し、これにフロート12個を4段に分けてロープ結索により固定した。

この浮体部の空中重量は約115kg、表面積は7㎡、容積は0.5㎡である。

B型浮魚礁の浮体部は、直径1インチの鋼鉄パイプ6本をそれぞれ曲げてリングにし、そのうちの3本のリングをもって籠型にして、その籠の中にA型浮魚礁と同じフロート16個をロープで固定した。この籠の部分の下方に、残り3本のリングを水平にそして等間隔になるように垂下し、その部分を網で覆った。全体として容積の増加を計る構造とし、浮体の長さは8mになるように仕上げた。この型は他県でも実施している浮魚礁の一般的な型である。

この浮体部の空中重量は約115kg、表面積は鋼鉄パイプとフロートで約12㎡、容積は7.5㎡である。

これら両型の浮体に使用したフロートは、それに係わる外力がほとんど水圧のみと考えられるので、浅海用浮子(CTP361:自重2.34kg, 浮力22.1kg)で、ロー

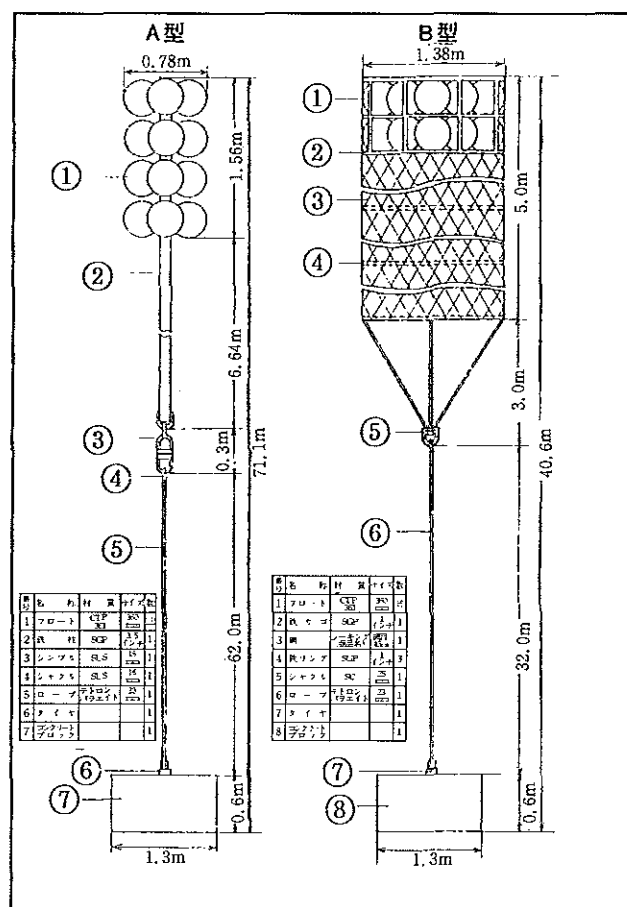


図2 中層浮魚礁の構造

ブで鋼鉄パイプに固定するために、穴のある耳部が2個ついた品を用いた。

ロ) 係留索の材質

係留索には浮体部の流水抵抗と、フロートの浮力との合成ベクトル荷重が加わり、また係留索自体も流水抵抗を受けるので、材質としては張力に強く、流水抵抗の小さいものを必要とする。そこで安全率10以上をみてφ23mmのテトロンパラエイトロープを使用した。

ハ) 碇

碇については製作が簡単で価格が安く、使用にあたって滑動しないことが条件であるために、滑動に対する安全率が1.2以上であるところの、底面は1辺が1m四方、高さ0.6m、重量1.3トンのコンクリートブロックを用いた。

資料と方法

1. 漁船漁業の実態

調査域内で操業する漁船漁業については、千葉農林水産統計年報と小型漁船操業実態調査の結果を用いた。

2. 気象・海象

設置点付近の気象・海象条件うち、風向・風速・水温・塩分・波浪・流況については下記の資料を用いた。

風向・風速…千葉県南部漁港事務所乙浜観測所

水温・塩分…設置点での本調査中の観測資料(水面下37m層に鶴見精機製のMTCA-5型を設置)

波浪…千葉県南部漁港事務所乙浜観測所の資料(野島崎沖約2km、水深36.7mの地点に超音波波高計を沈設)

流況…水温・塩分の観測と同時に測得した資料

3. 海底地形

設置点付近の海底地形は、千葉県水産試験場の漁業調査船第二ふさみ丸により水深測量を行い明らかにし

た。水深測量の実施にあたって、測位には鳥田理化工業KKの電波測位機(オーディスター)を、また測深には海上電機KKの魚群探知機(KF-42AK-23)を使用した。

測深には中層浮魚礁を中心に、南北に1.2km、東西に1.6kmの範囲内を行った。

4. 生物相

設置点付近に集合分布する魚群については、第二ふさみ丸を使用し定期的に調査を実施した。魚群探査とその分布位置の測位には、海底地形調査と同じ機器を用いた。また漁獲調査ではサビキ釣り、立縄釣り、曳縄釣りなどの漁具を用いた。

プランクトンはネット(⊙B)を垂直曳網して採集した。

付着生物は浮体にベニヤ板製の付着基板(長さ30cm、巾15cm、厚さ10cm)を4枚取付け、付着生物の種と量を調査した。

5. 潜水

中層浮魚礁の設置状況と浮体周辺に蟄集する魚類の観察、また浮体に取り付けた付着基板の回収のために潜水を行った。作業にあたっては、(株)スガ・マリンメカニクに委託し、4回の潜水を実施した。

6. 耐久性

調査終了後に回収した浮体部の各部の損傷や減耗について調査した。

結果と考察

1. 調査域内の漁船漁業

調査域内を漁場として利用する漁船は、主に白浜地区、千倉地区、和田地区の小型漁船であり、中でも5トン未満の漁船が全体の94%を占めている。

調査域内での漁業生産量は、1986年には約3,200ト

表1 日平均風速と風向起日数

(1987年6月18日~11月12日)

風速(%) \ 風向	北	北	東	東	東	南	南	南	南	南	西	西	西	北	北	合	%	
	北東	北東	北東	北東	北東	北東	北東	北東	北東	北東	北東	北東	北東	北東	北東	計		
0~4.0	15	14	17	15	7	2	2	2	1	5	7	4	0	0	2	7	100	68
4.0~8.0	5	5	1	0	0	1	1	0	3	11	8	2	0	0	1	1	39	27
8.0~	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	1	0	0	0	0	8	6
計	20	19	18	15	7	3	3	2	5	18	19	7	0	0	3	8	147	100
%	14	13	12	10	5	2	2	1	3	12	13	5	0	0	2	5	100	

ンであるが、この中から定置網や採貝採藻での生産量を除くと、約1,000トンの生産量である。

昭和60年度から62年度にかけて実施した、標本漁船による調査域内の小型漁船操業実態調査の結果では、主に操業する漁業種類は、底魚釣、イカ釣、一本釣、曳縄釣、延縄釣、エビ刺網漁業などである。

冬から春にかけては主に底魚釣、春から夏にかけてはイカ釣を主に操業し、この他に一本釣や曳縄釣を周年操業しているが、特に夏と秋が多い。

漁獲される魚種は、底魚釣ではアコウダイ、チカメキントキ、イカ釣ではイカ類、一本釣ではアジ、サバなどが多く、曳縄釣ではカツオ類、マグロ類、ブリ類、シイラなどである。

調査の対象とする魚種の漁場は、ブリ類とシイラの場合は設置点の近傍周辺に多く形成されているが、カツオ類、マグロ類の場合はこれより若干沖合寄りに形成されている。

2. 設置点付近の気象・海象

1) 風向・風速

調査期間中の日平均風速とその最多風向起日数を表1に示した。

風速は年間の傾向と同じく4.0m/sec以下の日が最も多く、全体の68%を占め、次いで4.0m~8.0m/secの日が27%、そして8.0m/sec以上の日が5%の出現となっている。風向は陸岸方向から吹く北風~西風の日が12%、海岸線に平行な北北東風~北東風と、南西風~西南西風の日がそれぞれ27%と25%、また吹

走距離の長い沖合方向からの東北東風~南南西風の日が36%の出現となっている。調査期間中における最大瞬間風速は29.3m/secであり、これは低気圧の通過に伴うものである。ちなみに、年間における強風時の風向は南西風と西風が多く、強風の出現する原因は、秋の台風と冬の低気圧の通過によるものであるが、調査域付近では台風による影響より低気圧による影響の方が大である。

2) 水温・塩分

流況調査と並行して実施した水温・塩分観測での変動状況を図3に示した。

調査期間中の水温は、11°C台~22°C台の間を変動しており、最高は7月5日に22°C、最低は7月14日に11°Cを記録している。この水温変動には短周期変動と長周期変動がみられており、短周期変動は潮汐周期より短く、長周期変動は約10日程度の周期が出現している。また水温変動には流況変動も関与しており、北東成分の流れが卓越するときは降温傾向が、南西成分が卓越するときは昇温傾向がみられている。

一方、調査期間中の塩分は変動が少なく比較的安定しており、34.8%~35.2%の間を変動している。

3) 波浪

調査期間中の波浪については、表2に日平均有義波高別出現日数を、表3に日平均有義波周期別出現日数を、また表4に日最大有義波高別出現日数を、表5に日最大有義波周期別出現日数をそれぞれ示した。

日平均有義波高の場合、H=1.0m~1.9mの日が全

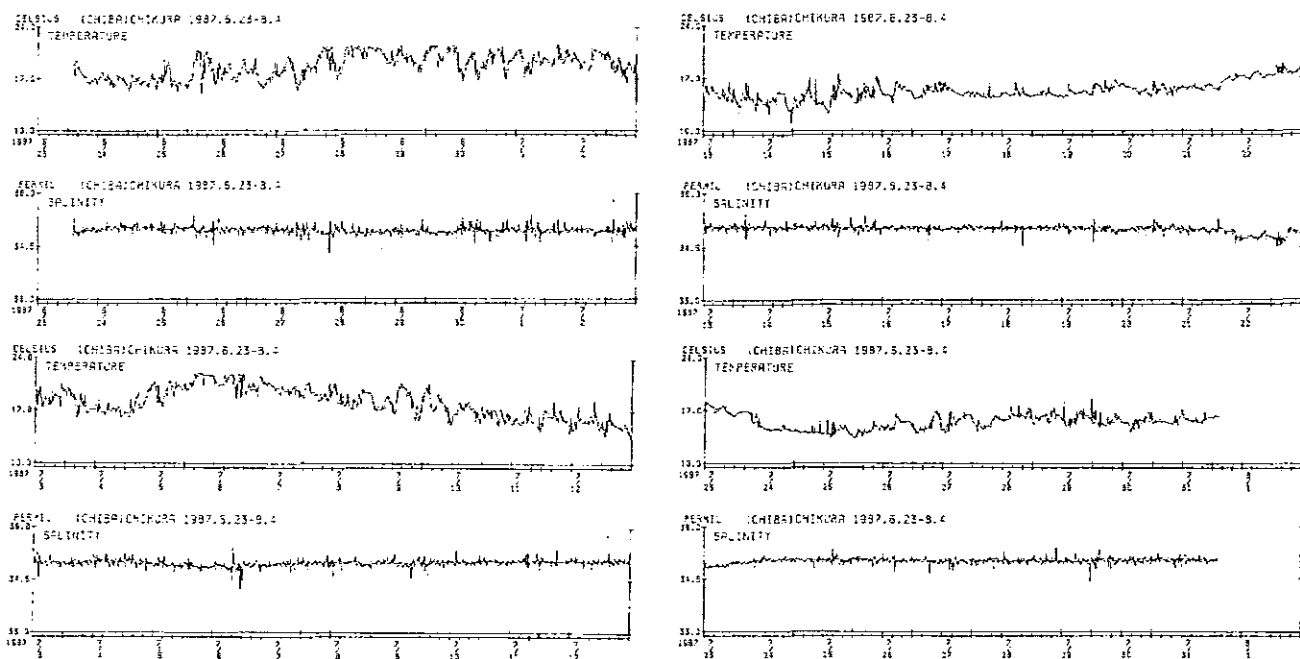


図3 調査期間中の水温、塩分の変動

体の70%を占め、次いでH=1m未満の日が20%、H=2.0m~2.9mの日が9%、H=3.0m~3.9mの日が1%の出現となっている。

周期は、T=7.0sec~7.9secの日が29%、T=6.0sec~6.9secの日が24%、T=8.0sec~8.9secの日が16%、T=9.0sec~9.9secの日が13%、T=5.0sec~5.9secの日が8%、T=10sec以上の日が10%の出現となっている。

日最大有義波高の場合、H=2.9m以下の日が91%を占め、次いでH=3.0m~3.9mの日が6%、H=4.0m~4.9mの日が2%の出現となっている。このうちの最大波は台風起因するものである。

周期は、T=5sec~10secの日が多く90%を占め、浮魚礁の構造や係留に対して、かなりの影響をもたらすと考えられるT=10sec以上の日は、18%の出現となっている。これも波高と同様に台風によるものである。

4) 台風時の風と波浪

調査期間中に調査海域の近傍を通過して、浮魚礁に影響をもたらした台風は、7号、13号、19号の3個で

表2 日平均有義波高別出現日数

(1987年6月18日~11月12日)

波高(m) \ 月	6	7	8	9	10	11	計	%
1未満	4	5	11	3	3	3	29	20
1.0~1.9	9	25	18	19	23	9	103	70
2.0~2.9	0	1	1	7	4	0	13	9
3.0~3.9	0	0	0	1	1	0	2	1
計	13	31	30	30	31	12	147	100

表3 日平均有義波周期別出現日数

(1987年6月18日~11月12日)

周期(sec) \ 月	6	7	8	9	10	11	計	%
5未満	0	1	0	0	0	0	1	1
5.0~5.9	0	5	1	0	5	0	11	8
6.0~6.9	1	12	10	5	1	6	35	24
7.0~7.9	7	5	10	6	12	2	42	29
8.0~8.9	4	1	5	7	4	3	24	16
9.0~9.9	1	4	2	5	6	1	19	13
10.0~10.9	0	2	2	1	3	0	8	5
11.0~11.9	0	1	0	4	0	0	5	4
12.0以上	0	0	0	2	0	0	2	1
計	13	31	30	30	31	12	147	100

あった。これらの台風の経過については図4に示し、また通過課程における風と波浪の規模については表6に示した。

台風7号と13号は日本本土に上陸することなく、本州南岸の遙か沖合を通過したために、風と波高は比較的弱く、そして小さく観測されたが、波浪周期はうねりとなっているため、T=13sec前後の波浪となっている。

台風19号は日本本土の中部地区を横断し北上したため、風と波高は強くそして大きな観測値を示している。しかし、波浪周期は前者より短くT=10sec程度である。

5) 流況

調査期間中のうち、1987年6月23日~8月4日までの間における、設置点での流況については図5に流向出

表4 日最大有義波高出現日数

(1987年6月18日~11月12日)

波高(m) \ 月	6	7	8	9	10	11	計	%
1.0未満	0	3	4	1	0	0	8	5
1.0~1.9	11	18	0	13	19	11	72	49
2.0~2.9	2	9	21	11	10	1	54	37
3.0~3.9	0	0	5	3	1	0	9	6
4.0~4.9	0	1	0	2	0	0	3	2
5.0~5.9	0	0	0	0	1	0	1	1
計	13	31	30	30	31	12	147	100

表5 日最大有義波周期別出現日数

(1987年6月18日~11月12日)

周期(sec) \ 月	6	7	8	9	10	11	計	%
5.0未満	0	1	0	0	1	0	2	1
5.0~5.9	1	10	7	0	6	4	28	19
6.0~6.9	0	5	7	6	3	3	24	16
7.0~7.9	3	6	7	7	5	1	29	20
8.0~8.9	7	0	3	4	6	3	23	16
9.0~9.9	2	3	4	4	2	0	15	10
10.0~10.9	0	1	0	1	5	1	8	6
11.0~11.9	0	3	1	2	3	0	9	6
12.0~12.9	0	1	1	3	0	0	5	3
13.0~13.9	0	1	0	2	0	0	3	2
14.0以上	0	0	0	1	0	0	1	1
計	13	31	30	30	31	12	147	100

7月30日～8月1日の天気図

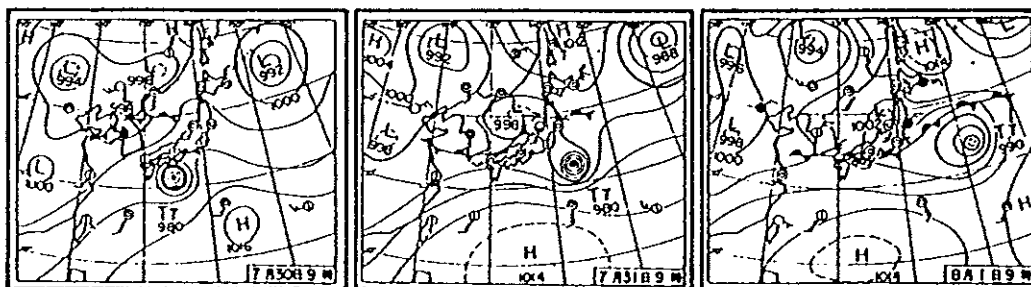
主因：台風8707号

日最大有義波 7月31日

431cm 11.9sec

日最大最高波

594cm 12.3sec



9月15日～17日の天気図

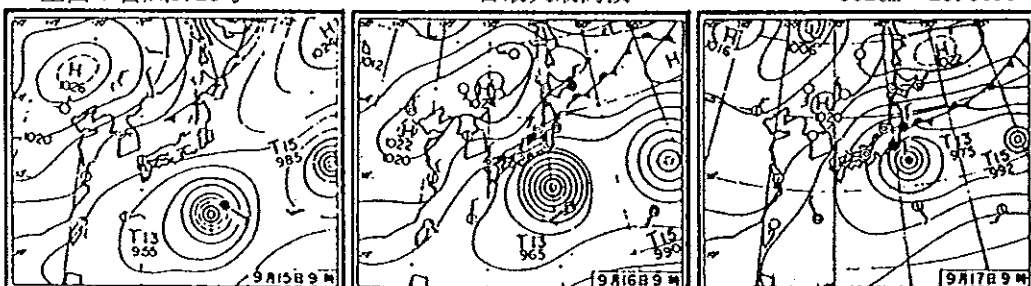
主因：台風8713号

日最大有義波 9月16日

488cm 13.2sec

日最大最高波

802cm 13.0sec



10月16日～18日の天気図

主因：台風8719号

日最大有義波 10月17日

547cm 10.4sec

日最大最高波

834cm 9.8sec

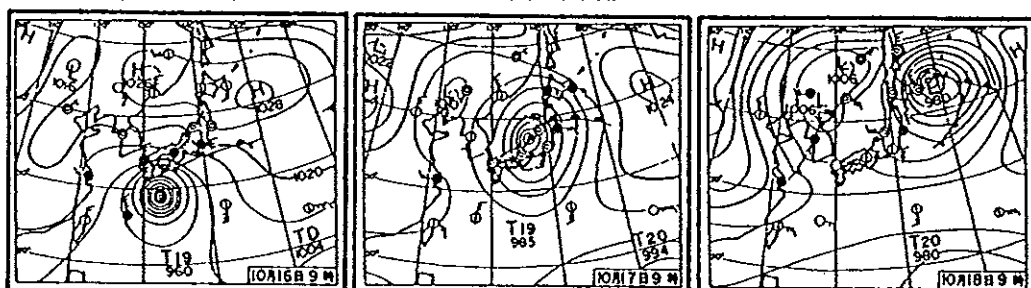


図4 調査期間中にみられた台風の通過課程 (昭和62年乙浜漁港気象観測年報報告書による)

現割合を、図6に平均流速出現割合と最高流速出現割合を、また図7に流況ベクトルを示した。

流向は、陸岸に平行する流れが多く、特に南西流の出現が24%と多い。次いで南南西流が17%、北東流が10%であり、その他が7%～2%の出現で、残りの全方向(16方位による)に流れている。

平均流速も陸岸に平行する流れが速く、南西流が26cm/sec、北東流が23cm/sec、南南西流が22cm/sec、東北東流が21cm/secであり、その他は16cm/sec～10cm/secの流れが残りの全方向(16方位による)に流れている。

最高流速も平均流速と同じ傾向であり、南西流と南南西流が約70cm/sec、北東流と東北東流が約60cm/secで、その他は40cm/sec台～20cm/sec台の流れが残り

の全方向(16方位による)に流れている。

流況ベクトル図からも、おおよその判断は可能であるが、流れのパワースペクトル図(本報告には掲載せず)によると、流れの中には7日、2日、24時間、12時間の周期が顕著に現れている。24時間と12時間の周期は潮汐周期であるが、7日と2日の周期は風による影響と沖合水の離接岸変動によるものと考えられる。

流向出現割合からも判るように、この流況観測中は南西流(逆潮)の発生が卓越しており、北東流(真潮)の発生はかなり少ない状態となっている。

3. 設置点付近の海底地形

2ヶ所に設置した浮魚礁を包含する東西に1.6km、南北に1.2kmの区域の海底地形を図8に示した。

この区域内の水深は60m～113mであり、等深線は

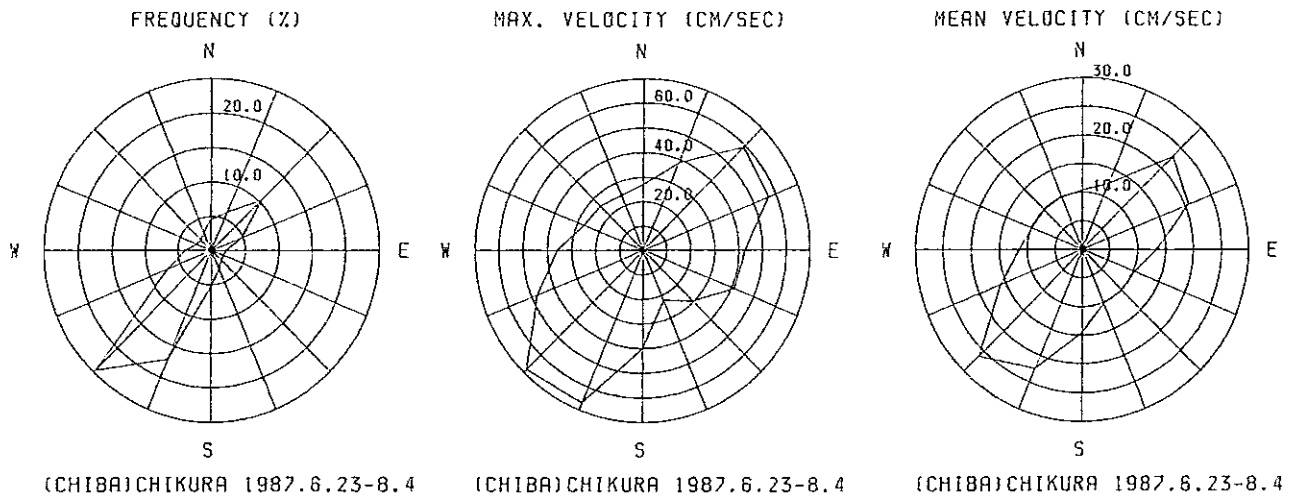


図5 流向出現割合

図6 平均流速出現割合と最高流速出現割合

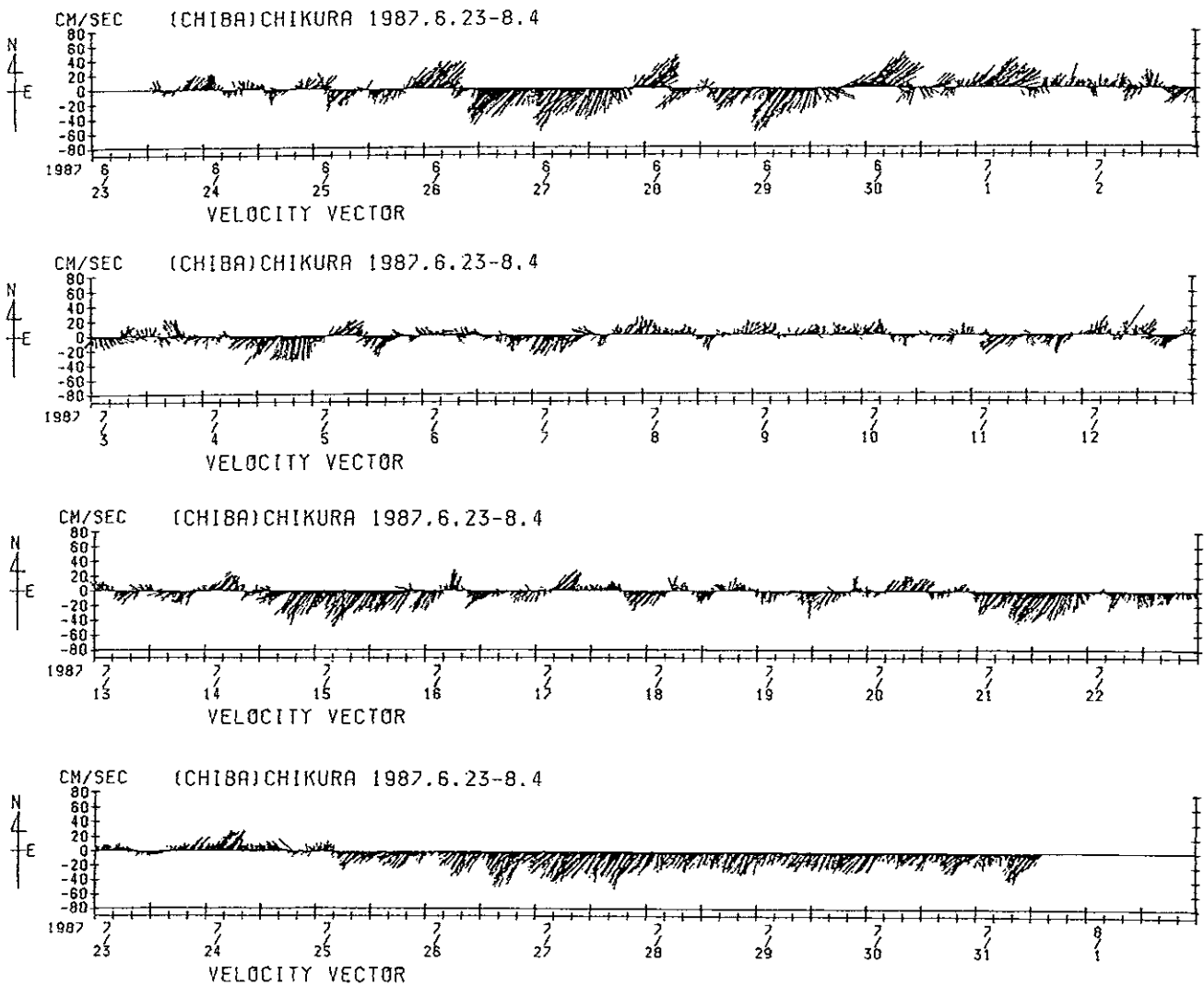


図7 流況ベクトル

表6 台風通過時における風と波浪 (昭和62年乙浜漁港気象海象観測年報報告書より)

月日	日最大風			日最大瞬間風速			有義波			1/10最大波			最高波			主因
	風向	風速 %	起時 h m	風向	風速 %	起時 h m	波高 cm	周期 sec	起時 h m	波高 cm	周期 sec	起時 h m	波高 cm	周期 sec	起時 h m	
7月30日	WSW	9.4	11 23	WNW	12.4	02 19	249	11.7	10 00	311	10.9	09 00	367	12.6	09 00	台風 7号
31日	W	5.3	12 05	ENE	8.1	19 21	431	11.9	05 00	505	11.6	05 00	594	12.3	05 00	
8月1日	E	7.4	16 16	E	10.2	17 40	197	8.3	04 00	242	8.0	04 00	299	8.4	04 00	
9月15日	NE	7.3	21 51	NE	11.0	21 42	293	12.7	13 00	368	12.6	13 00	512	11.3	10 00	台風 13号
16日	NNE	9.5	20 54	NNE	17.7	21 54	488	13.2	20 00	576	14.0	20 00	802	13.0	12 00	
17日	N	10.7	13 04	N	18.0	12 56	433	12.1	02 00	544	12.0	02 00	748	12.0	02 00	
10月16日	NNE	8.4	19 38	NNE	12.5	22 17	203	10.2	03 00	246	9.7	02 00	310	9.8	04 00	台風 19号
17日	SW	18.8	17 17	WSW	24.0	16 55	547	10.4	14 00	677	10.5	14 00	834	9.8	12 00	
18日	WSW	10.7	23 31	WSW	13.0	23 26	263	8.9	01 00	327	9.5	01 00	371	7.7	01 00	

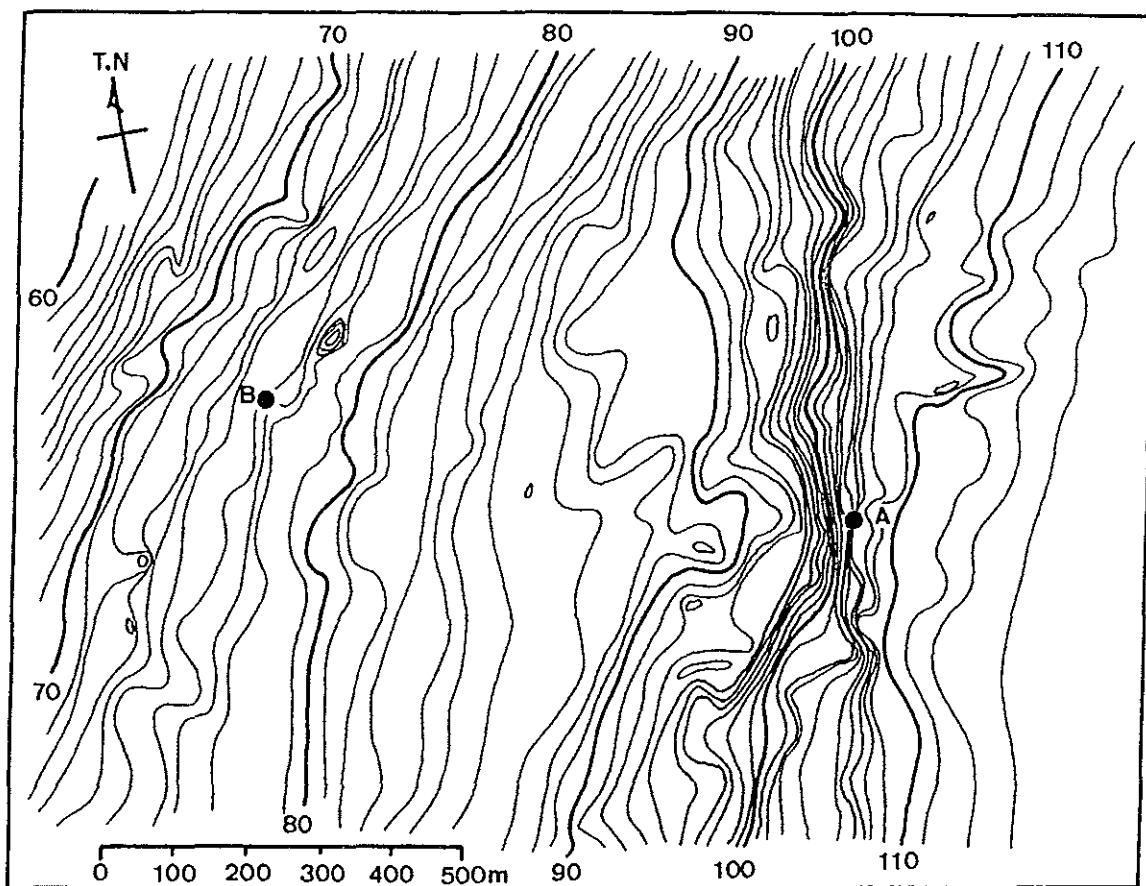


図8 設置点付近の海底地形

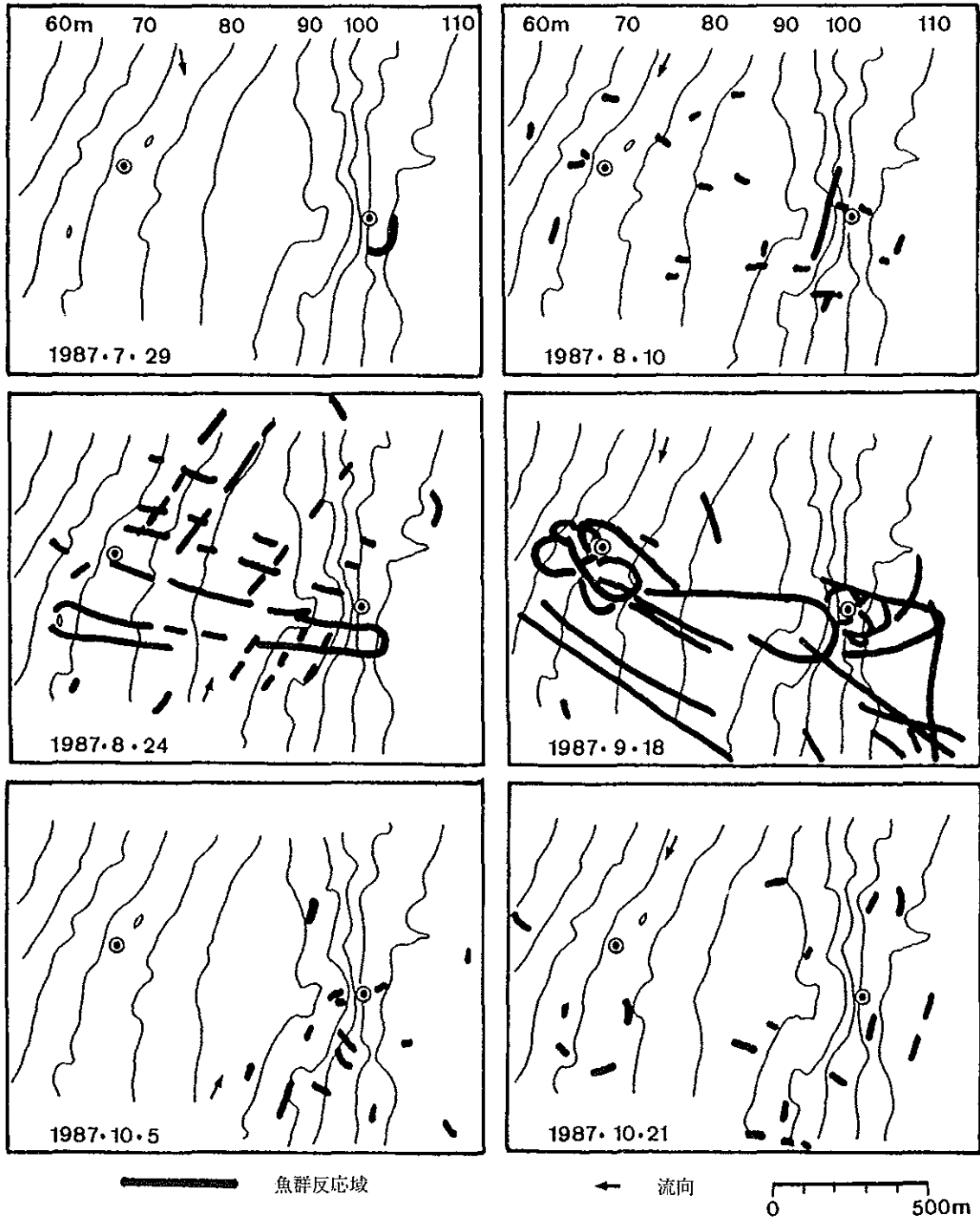


図9 浮魚礁周辺の魚群分布状況

屈折が少なく、ほぼ北東-南西方向に直線的に走行している。

海底の傾斜は、A型浮魚礁付近では120/1000程度の勾配があり、やや急傾斜の地形となっているが、その他は傾斜も少なく30/1000~40/1000の勾配であり緩傾斜の地形となっている。

4. 設置点付近の生物相

1) 魚群分布

両浮魚礁を包含する東西に約1.5km, 南北に約1kmの区域内における魚群の分布状態を図9に示した。

7月29日の調査時には、この区域内には魚群の分布はほとんどみられず、ただA型浮魚礁の潮下、距離100m付近に少しみられたのみである。

8月10日の調査時には、両浮魚礁の内側域やその外側域の距離500m付近までの間に、魚群の分布はみられたがその量は少ない。

8月24日の調査時には、区域内のほぼ全域に魚群の分布はみられていたが、主に両浮魚礁の内側域に分布が多い。

9月18日の調査時には、両浮魚礁の内・外側に濃密な分布がみられるが、浮魚礁の潮上側よりも潮下側の方が分布が多い。

10月5日の調査時には、7月29日の調査時と同様に、A型浮魚礁の周辺のみ魚群の分布がみられ、その量も少ない。

10月21日の調査時には、8月10日の調査時と同様に、両浮魚礁の内・外側に魚群の分布はみられるが、A型

浮魚礁の方に比較的に分布量が多い。

以上6回の調査時の魚群分布状況から推察するに、設置点周辺域に魚群の分布が少ないときは、B型浮魚礁周辺よりA型浮魚礁周辺の方に魚群の分布が多く、そしてA型浮魚礁周辺での分布量が増加して、その量がある許容量を越えると、B型浮魚礁周辺にも移動分布し、やがて設置点周辺一帯に広く分布が生じるのではないかと考えられる。

2) 漁獲魚種

浮魚礁周辺において、サビキ釣、ハイカラ釣、立縄釣、曳縄釣で19回操業したが、その結果は表7と図10に示すとおりである。漁獲された主な魚種はマアジ、サバ類、ソーダガツオ類、スマ、シイラ、チカメキントキ、アカイサキ、トゴットメバルなどであるが、中でも特にマサバの漁獲が多い。調査日ごとの漁獲結果のうちから特徴的な結果について次に述べる。

8月4日…A型浮魚礁の南東~北東方向距離250mにかけて魚群反応がみられたので、立縄釣とハイカラ釣で漁獲を試みたところ、40m深~60m深でゴマサバを35尾(体長24.8cm~31.0cm, 体重159g~347g)が、60m深~80m深でアジ4尾(体長16.0cm~16.4cm, 体重50g~58g)が、また90m深でフグ類1尾(体長24cm)が漁獲された。

8月12日…A型浮魚礁の中層~底層60m深~100m深に魚探反応があり、立縄釣で漁獲を試みたところ、アカイサキ9尾(体長19.2cm~28.4cm, 体重133g~388g)、トゴットメバル6尾(体長20.7cm~24.2cm,

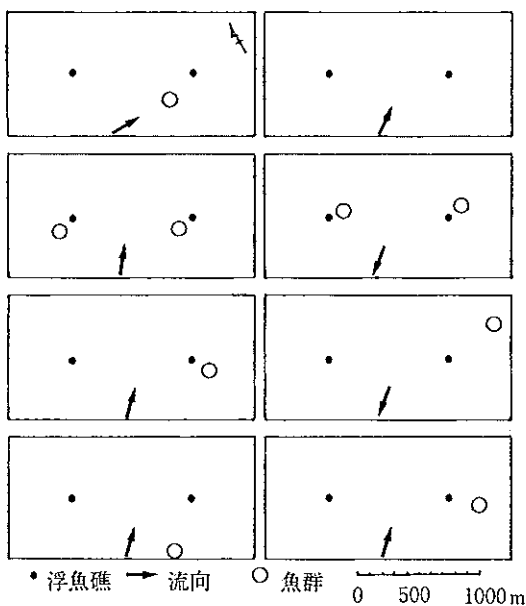


図10-1 魚群と釣獲位置 (曳縄釣)

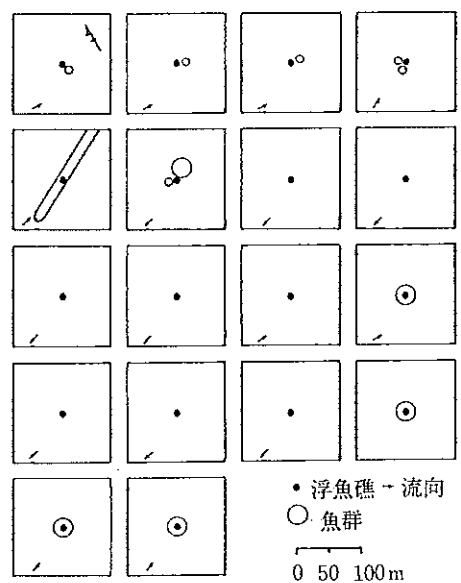


図10-2 魚群と釣獲位置 (立縄釣, ハイカラ釣, サビキ釣)

表7 浮魚礁周辺における漁獲状況 (魚種の数字は個体数を示し、以下、水深と体長)

A型浮魚礁

調査月日	7月2日	7月13日	7月20日	8月4日	8月12日	左に同じ	8月19日	8月20日	8月25日	8月28日
流向	東	東	北東	北西	南西	〃	南西	南西	東	西
水温	23.8℃	19.8℃	22.2℃	24.2℃	24.0℃	〃	24.4℃	24℃	24.2℃	24℃
漁法	立縄	立縄		立縄 ハイカラ	立縄	〃	立縄	立縄	立縄 ハイカラ	立縄
種類	フグ類1 40m 25cm	フグ類1 90m 20cm サバ類1 50m 16cm		フグ類1 90m 24cm サバ類35 40~60m 28cm マアジ4 60~80m 16cm	サバ類1 60~100m 21cm マアジ1 60~100m 16cm アカイサギ 9 60~100m 25cm トゴット メバル6 60~100m 24cm ウマズラハ ギ1 60~100m 28cm	アズマ ハナダイ2 60~100m 10cm イッテン サクラダイ 1 60~100m 12cm ササノハ ベラ1 60~100m 15cm ヒメ1 60~100m 18cm	〃	サバ類44 40~60m 25cm マアジ類1 40~70m 16cm アカイサギ 5 40~70m 25cm トゴット メバル3 40~70m 24cm	サバ類75 20~40cm 29cm	サバ類50 10m 30cm アカイサギ 2 90~100m 28cm トゴット メバル1 90~100m 21cm オアカアジ 1 60m 28cm

B型浮魚礁

水温		19.8℃	22.2℃	24.2℃	24.3℃		24.0℃	23.8℃	25.6℃	24.2℃
漁法		立縄	サビキ				立縄	立縄	ハイカラ	立縄
種類		フグ類4 65m 23cm サバ類3 25m 17cm	サバ類1 10m 20cm				サバ類6 40~50m 25cm	サバ類4 40~60m 25cm	サバ類25 30~40m 29cm	サバ類10 10m 30cm

A型浮魚礁

調査月日	9月9日	10月5日	10月8日	10月12日	10月14日	10月21日	10月26日	10月27日	10月28日	11月6日
流向	南西	北東	北東	南西	北東	南西		北東	北西	北東
水温	27.3℃	24.6℃	24.4℃	23.8℃	23.4℃	21.9℃	21.0℃	21.0℃	21.6℃	20.2℃
漁法		曳縄	曳縄	曳縄	曳縄	曳縄		立縄	曳縄	曳縄
種類		シイラ6 表面 46cm	シイラ15 表面 35cm	シイラ42 表面 43cm ソーダ カツオ類 表面 28cm	シイラ51 表面 41cm ソーダ カツオ類 表面 26cm スマ1 表面 30cm	シイラ4 表面 40cm		サバ類7 30~50m 27cm	シイラ11 表面 34cm ソーダ カツオ類3 表面 30cm スマ2 表面 30cm	シイラ1 表面 30cm ソーダ カツオ類15 表面 31cm スマ1 表面 32cm

B型浮魚礁

水温	27.2℃	24.7℃	24.4℃	23.8℃	23.4℃	21.9℃	21.9℃	21.0℃	21.2℃	20.2℃
漁法	立縄	曳縄	曳縄	曳縄	曳縄	曳縄	立縄	立縄	曳縄	曳縄
種類	カイワリ1 65m 25cm ウマズラ ハギ1 60m 31cm						チカメ キントキ59 30~50m 13cm	チカメ キントキ11 50~60m 15cm		

4) 設置点付近のプランクトン

調査期間中に浮魚礁周辺で9回のプランクトン採集を実施した。各採集時ごとの出現種を優先順に表8に示した。

これによると橈脚類は常に最高位の出現となっており、続いてオキアミ類、甲殻類、矢虫類、端脚類などが採集時により順位は異なるものの、高位～中位に位置している。また時折、多出するものに魚卵がある。魚卵は孵化直前のものまで出現しているが、それらの種類は不明である。この他にサルパ類、水母類も出現しているが、これらは常に下位に位置している。

5) 付着生物

浮魚礁に付着する生物については、今回の調査では期間が短いために、付着量、付着種類ともに少ないものと考えられるので、潜水時の目視観察と付着基板の回収、そして調査終了後の浮体の回収などにより調査を行った。

潜水調査での目視観察と付着基板の回収によると、

表9 付着基盤に着生した生物の空中湿重量

単位：g

設置後の経過 設置前 の空中重量	48日	84日	146日
200	380	395	400
1 cm ² 当りの 空中重量	0.18	0.20	0.20

設置して5日後までは付着物はみられなかった。45日経過後では浮体部に小型フジツボ類、ゴカイ類、コケムシ類の着生がところどころみられ、浮体下部に取り付けられている網や係留索には、コケムシ類の着生が多くみられた。84日経過後には付着生物の種類と個体数はほぼ同じであるが、個体の成長があり重量では増加している。またB型浮魚礁では浮体部の内側での着生は少なく、外側に多いというような着生部位による差異がみられている。146日経過後には浮体部に小型フジツボ類、ゴカイ類、コケムシ類の着生がみられ、網や係留索にはコケムシ類が多く着生していた。これは84日経過時の状態に比べると、個体数が増えフジツボ類も成長しその径が大きくなっている。

付着基盤に着生した生物の空中湿重量変動を表9に示した。

設置してから48日経過後では、0.18 g/cm²の付着重量であるが、84日経過後と146日経過後では、経過日

数が2倍～3倍となっているものの、それほど付着重量は増加せず、ともに0.20 g/cm²の付着重量となっている。

調査終了後回収した浮体についての付着状況を表10に示した。

付着していた生物の種類は13種であり、付着部位や材質により着生状況の違いもみられている。

コケムシ類は各部材の表面に較差なく着生がみられた。

フジツボ類はフロートの表面に多く着生し、次いで鉄柱や鉄リングの表面に着生が多かった。ロープや網などには着生が少なく、殻径が1 mm～3 mmの小型のものであった。

ゴカイ類と貝類はロープの結索部やフロートと鉄柱、鉄リングとの結索部、また網との結索部に潜るように生息していた。

カニ類はフロートと鉄柱、鉄リングの結索部、また網との結索部にへばり付くように生息していた。

付着重量は各部材ごとの測定が不能であったため、フロート1個のみについて測定したところ、付着重量は500 gであり、単位面積当たりになると0.12 g/cm²となる。これは付着基板による調査の結果より約半分の重量となっているが、その原因は撤収時に浮体を曳航した取り扱いなどによるものか、または基板表面とフロート表面との粗度の違いなどによるものかと考えられる。

5. 潜水

浮魚礁での潜水調査は4回実施したが、その結果は表11に示した。

6月23日の調査では、ブリ(モジャコ)、マアジ、イワシ類、その他魚種不明の魚が視認された。A型浮魚礁ではマアジ、イワシ類はモジャコの群に時々混り合い、浮体上部の極く近くから、係留索と連結するシヤックルの下方2 m～3 m付近の係留索周辺に遊泳していた。

B型浮魚礁では、ブリ(モジャコ)、マアジ、魚種不明の魚が時々混じり合い、浮体内部や上部周辺を遊泳し、また浮魚礁より離れたところにも分散して遊泳していた。

8月4日の調査は、B型浮魚礁のみで実施したが、視認された魚種はブリ(モジャコ)、ウマズラハギ、イシダイなどであった。モジャコやウマズラハギは浮体上部の極く近くに、またイシダイは浮体の側近に群集し遊泳していた。

9月10日の調査では、ウマズラハギ、イボダイ、コ

表10 付着生物の種類及び付着場所 (○印は出現が認められたことを示す。)

種 類	A 型 礁	B 型 礁	付 着 場 所
フジツボ類	○	○	フロート部, 鉄材表面
コケムシ類	○	○	各部材表面
イワムシ	○	○	ロープ結索部または, 網結索部
イソゴカイ	○	○	〃
ハネガイ		○	〃
タマエガイ	○	○	〃
アズマニシキ	○	○	〃
モンウグイスガイ	○	○	〃
ナデシコガイ	○		〃
マ ガ キ	○		〃
ツメガニ	○	○	〃
オオギガニ	○	○	〃
ウミウシ類		○	〃

表11 潜水による観察状況 (魚種の下のは体長を示す)

調 査 日	6 月 23 日		8 月 4 日	9 月 10 日		11 月 11 日	
調 査 時 間	11:24~48	14:28~53	15:20~35	15:28~52	11:53~12:17	14:47~15:10	10:51~11:08
魚 礁 名	A	B	B	A	B	A	B
潮 流	北西流 1ノット	北西流 0.5ノット	—	南西流 0.5ノット	北北西流 0.4ノット	北北西流 0.3ノット	北北西流 0.1ノット
経 過 日 数	5 日	5 日	48 日	84 日	84 日	146 日	146 日
集 魚 状 況	ブリ (モジャコ) (8cm) 150~200尾 マアジ (12~13cm) 3尾 イワシ類 (15~20cm) 1尾	ブリ (モジャコ) (8cm) 20尾 マアジ (12~13cm) 10尾 不明魚 (8~12cm) 10尾	ブリ (モジャコ) (5cm) 15~20尾 ウマズラハギ (15cm) 6尾 イシダイ (8cm) 3尾	ウマズラハギ (20cm) 1尾 イボダイ (10~15cm) 4尾 不明魚 (5~7cm) 100尾	ウマズラハギ (20cm) 1尾 イボダイ (7~10cm) 4~5尾 メジナ (10~15cm) 10尾 コガネシマアジ (8cm) 2尾	ウマズラハギ (20~30cm) 5尾	ウマズラハギ (20~25cm) 2尾 マツカサウオ (30cm) 1尾 不明魚 (6cm) 1尾

ガネシマダイ, メジナ, その他多数の魚種不明の魚が視認された。A型浮魚礁ではウマズラハギ, イボダイが浮体上部に蟻集し, B型浮魚礁ではウマズラハギ, イボダイが浮体上部に, コガネシマアジ, メジナが浮魚礁から離れた水面にある浮標周辺に蟻集していた。またA型浮魚礁では, 潜水前に水中テレビ(機種はアイボール)による観察を行ったが, それによるとウマズラハギは浮体上部で, イボダイは浮体の側近での蟻集がみられた。

11月11日の調査では, ウマズラハギ, マツカサウオ,

その他魚種不明の魚が視認された。A型浮魚礁ではウマズラハギが浮体の側近を遊泳し, B型浮魚礁ではウマズラハギや魚種不明魚が浮体上部, マツカサウオが水面の浮標ブイのロープに, それぞれ蟻集していた。

以上4回の結果からみて, 蟻集する魚類も時期により種の変化が生じている。また, この他に浮魚礁周辺での流れが速いときには魚群は浮魚礁に接近し, 流れが緩むと分散するという流速の変化による蟻集状態の違いが観察されている。

6. 浮魚礁の耐久性

調査を終了し浮体を回収した際に、各部材の損傷、磨耗、腐食の程度を視認した。

調査期間中に3回の台風の影響を受け、波高2m～3m、周期10sec～14secの波浪の中に、延べ15日間も設置されていたにも拘わらず、フロートと鉄柱との結索部のロープや鉄リングと側網との結索部のロープに、擦れによる若干の磨耗が各々1ヶ所づつみられたのみで、その他の各部には何らの異常は認められなかった。

今回の調査は、沖縄、宮崎、高知、静岡の各県が実施した調査に比較すると、設置期間が147日でそれほど長い調査期間ではなかったが、浮体を水面下35m層に設置する条件としたために、流失、破損の事故なく終了することが出来た。

本県の陸棚域でも浮魚礁を設置する場合、漁業調整上の問題がなければ、浮体を水面下30m前後に設置すると、さきの各県が実施した期間までには及ばないものの、かなりの期間（10数か月程度）は流失、破損からの事故を回避することが可能と考えられる。

おわりに

今回、本調査を実施してみて、本県の沿岸域でも浮魚礁の設置にみられる集魚と漁獲の効果は、他県の試験結果にも劣らない成果が得られているし、また浮魚礁の耐久性についても浮体を水面下に設置する中層式ならば、数か年にも及ぶ施設の保持も可能と考えられるので、早期に事業化への移行も考慮すべきであると思う。そして実現に当たっては、現在実施している沈積型魚礁による漁場造成に、中層浮魚礁を併用すれば魚礁効果も鉛直的に拡大され、さらに有効的な事業の実施になるものと考えられる。

最後に本調査を実施するに当たって、碇の製作や浮魚礁の設置に多大な協力を頂いた大滝工務店千倉工事事務所の皆様や、また魚群分布調査、漁獲調査に積極的な協力を頂いた千葉県水産試験場漁業調査船第二ふさみ丸の西牧孝船長以下乗組各員に、深く感謝の意を表します。

要 約

- 1) 1987年6月18日～同年11月12日までの147日の間、千葉県安房郡千倉町沖合に中層浮魚礁2基を設置した。
- 2) 設置点は千倉漁港から真方位145度0分、距離4,700mの位置である。
- 3) 設置した2基の間隔は820mで、浮体の水深はそれぞれ水面下35mとした。

- 4) A型浮魚礁の浮体部は、長さ8mの中空鋼鉄パイプの先端に、12個のフロートを取り付けた棒浮き状のもの、B型浮魚礁の浮体は、直径1.38m、高さ8mの籠状の中にフロート16個を固定したものである。
- 5) 係留索には23mmのテトロンバラエイトロープを使用した。碇には1辺1m四方で高さ0.6mのコンクリートブロック（1.3トン）を用いた。
- 6) 調査域内の漁業は、主に5トン以下の小型船漁業であり、底魚釣、イカ釣、一本釣、曳縄釣、延縄釣、エビ刺網漁業を主に操業している。
- 7) 漁獲される魚種は、カツオ類、マグロ類、ブリ、シイラ、イカ類、アジ類、サバ類、アコウダイ、チカメキントキなどである。
- 8) 調査期間中の風速は、4m/sec以下の風の日が最も多く、次いで4.1m/sec～8.0m/sec、8.1m/sec以上の風の日の順となっている。
風向は、吹走距離の長い沖合からの風の日が最も多く、次いで海岸線に平行する風の日が多い。
- 9) 調査期間中の水温は11℃台～22℃台で、水温変動に短周期と長周期の変動傾向がみられている。塩分は変動中が少なく、34.8%～35.2%の間で安定している。
- 10) 調査期間中の波浪は、日平均有義波では $H=1.0\text{m}$ ～ 1.9m 、 $T=7.0\text{sec}$ ～ 7.9sec の日、また日最大有義波では $H=2.9\text{m}$ 以下、 $T=5\text{sec}$ ～ 10sec の日が最も多い。
- 11) 調査期間中に台風7号、13号、19号の影響を受けた。台風7号と13号の時は、 $T=13\text{sec}$ 前後、19号の時は $T=10\text{sec}$ 程度の波浪であった。
- 12) 流況調査期間中の流れは、陸岸に平行する流れが多く出現し、そして速い傾向がみられている。また流れの中には周期性が顕著に示されている。
- 13) 設置点付近の海底は水深60m～113mであり、等深線の屈曲が少なく直線的に走行している。
- 14) 魚探機による魚群分布調査を6回実施した。
- 15) サビキ釣、ハイカラ釣、立縄釣、曳縄釣で19回の漁獲調査を実施した。漁獲魚種はマアジ、サバ類、ソーダガツオ類、スマ、シイラ、チカメキントキ、アカイサキ、トゴツメバルなどであった。これらの全ては浮魚礁から距離500m以内で漁獲されている。
- 16) 漁船による漁獲ではまき網漁船が、マサバ、マイワシ混りのカタクチイワシ2トンと、ブリ（イナダ）8トン、小ブリ98トンを浮魚礁から1,000m

- 以内の区域で漁獲している。
- 17) 調査期間中、設置点付近のプランクトンは、橈脚類、オキアミ類、甲殻類、矢虫類、端脚類などであり、常に橈脚類が最も多い。
 - 18) 潜水による観察と付着基板の回収によると、13種類の生物が付着していたが、主に着生しているのはフジツボ類、ゴカイ類、コケムシ類である。これらも付着部位や材質により着生が異なっている。付着量は設置後48日目では空中重量で0.18 g/cm²であるが、84日目と146日目では0.20 g/cm²であり、経過日数のわりには着生量は増えていない。
 - 19) 潜水調査を4回実施した。その観察によると蛸集魚類は、ブリ（モジャコ）、アジ、イワシ、ウマズラハギ、イシダイ、メジナ、イボダイ、コガネシマダイ、マツカサウオなどであるが、これらの魚類も時期により種類の変化がみられている。
 - 20) 蛸集魚群は流れが速いと浮魚礁に接近し、流れが緩むと分散する傾向がみられている。
 - 21) 設置期間が147日と、他県の実験に比較してそれほど長い期間ではないが、その間に3回の台風の影響をうけ、H=2 m~8 m、T=10sec~14secの波浪の中に延べ15日間も設置されていた。しかしロープの一部に若干の磨耗がみられたのみで、他に大きな異常はなかった。
 - 22) 本県沿岸域でも浮魚礁による集魚と漁獲の効果は、他県の試験結果にも劣らない成果が得られた。

- 23) 本試験に使用した浮魚礁の耐久性も、浮体を水面下に置くならば数か年に及ぶ施設の保持も可能と考えられる。

文 献

- 1) 瀬戸口明弘・佐藤寿・平山明・飯田隆重 (1978): 千葉県の外洋沿岸海域の流況-1 外房総和田沖. 千葉県水産試験場研究報告, 37, 1-6.
- 2) 千葉県銚子漁港事務所 (1981): 銚子漁港気象海象10年報
- 3) 関東農政局千葉統計情報事務所編集 (1986): 千葉農林水産統計年報, 千葉農林統計協会.
- 4) 千葉県水産試験場 (1988): 沿岸漁業実態調査報告 (南安房地区小型漁船の操業実態).
- 5) 千葉県南部漁港事務所 (1988): 昭和62年乙浜漁港気象海象観測年報報告書.
- 6) 沖縄県水産試験場 (1983): 中層浮魚礁設置試験報告書.
- 7) 児玉康則・黒木克紀・栗田寿男・吉川威 (1986): 浮魚礁の開発IV. 昭和59年度宮崎県水産試験場事業報告書, 50-61.
- 8) 高知県水産試験場 (1985): 浮魚礁設置技術実用化試験, 昭和58年度高知県水産試験場事業報告書 第81巻.
- 9) 静岡県水産試験場 (1984): 浮魚礁設置技術開発試験調査成果報告書.