

浮魚礁（MF21-2号機）の設置海域における海域条件と係留索の張力測定

和歌山県水産試験場 金盛浩吉・小川満也・芳養晴雄
旭化成工業株式会社 桜井建郎・赤阪昇三
東京製鋼株式会社 静 省二

和歌山県では昭和56年から回遊性のカツオ、マグロ類を対象として、浮魚礁（主にシイラ漬）による漁場造成が紀伊水道外域、熊野灘沖合で実施されている。しかし、これらの海域では気象・海象条件も悪いため、設置後すぐに流失するものも多く、外海域での浮魚礁の係留技術の開発が今後の課題として残されている。

マリノフォーラム21（MF21）による浮魚礁の開発研究もこれらの点を明らかにすることをねらいとして昭和62年3月30日より和歌山県熊野灘沖合で2号機の実証実験が実施されている。

従来より、浮魚礁の外力計算は設置海域の風、波、流れ等の条件を基に行われているが、計算値と実測値の比較検討はなされていない。そこで、今回はこのMF21-2号機の設置海域の海域条件調査と浮魚礁の係留索の張力測定調査を行ったのでその概要を報告する。

方 法

MF21-2号機の形状および係留システムを図1～2に示す。この浮魚礁は昭和62年3月30日に図3に示す、和歌山県熊野灘南部海域の太地町梶取崎灯台157°、9,800m（N33°29'81"、

No	名 称	数量
1	主 浮 体	1
2	標 識 灯	1
3	セルコール装置	1
4	レーダーレフレクター	1
5	レコーダー収納箱	1
6	バッテリー	1
7	防 舷 材	2
8	係 留 装 置	1

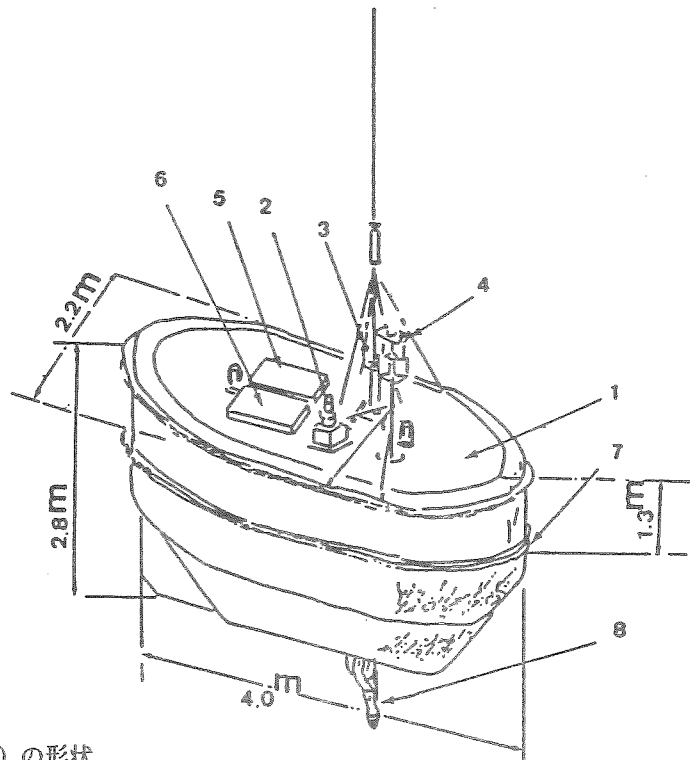


図1 浮魚礁（MF21・2号機）の形状

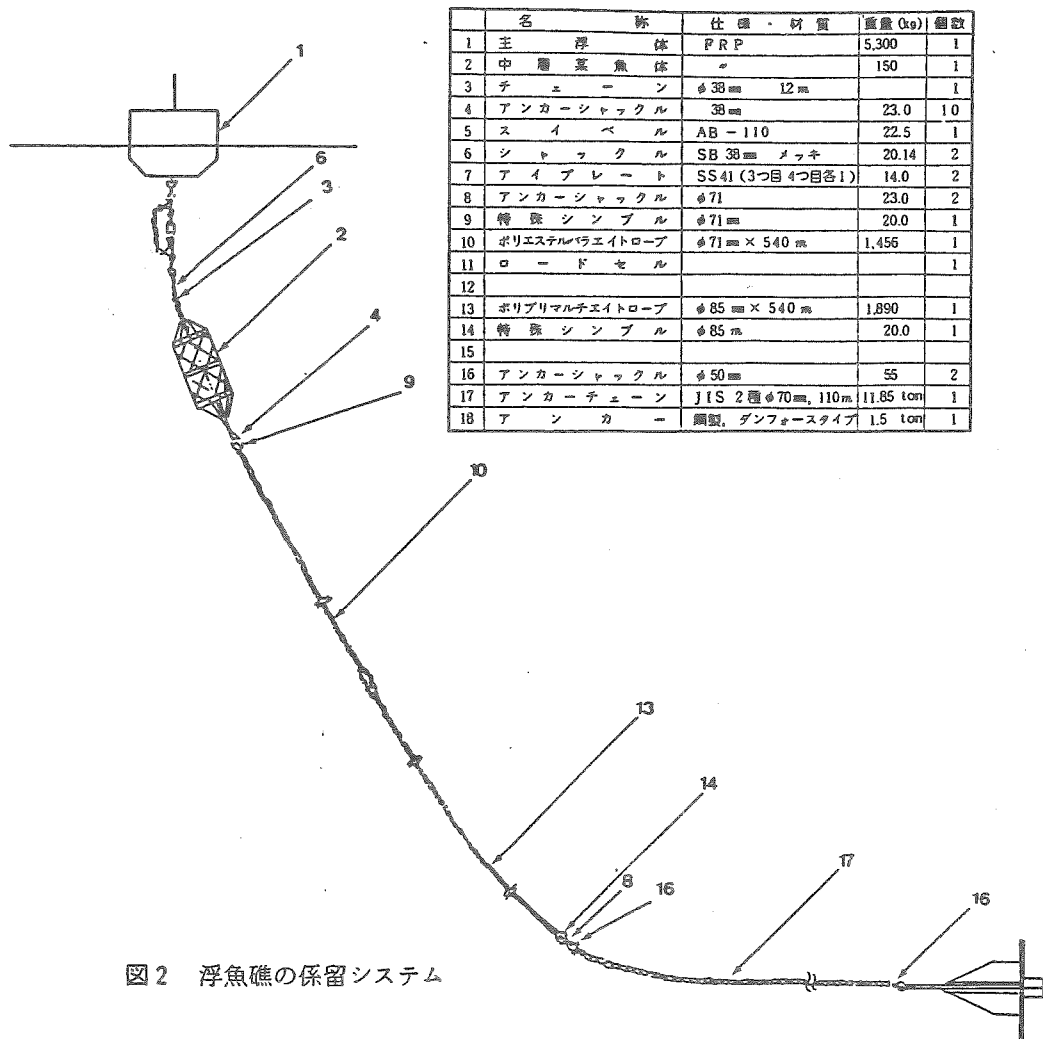


図2 浮魚礁の係留システム

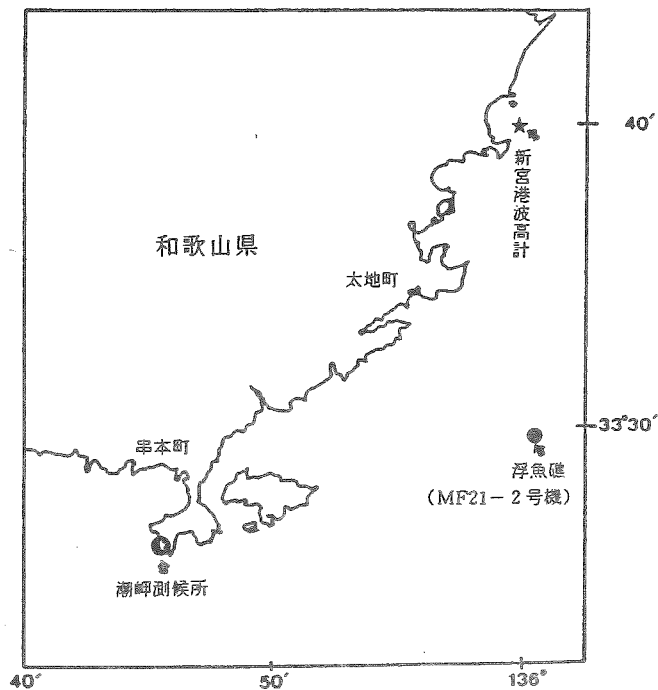


図3 浮魚礁設置海域の概要

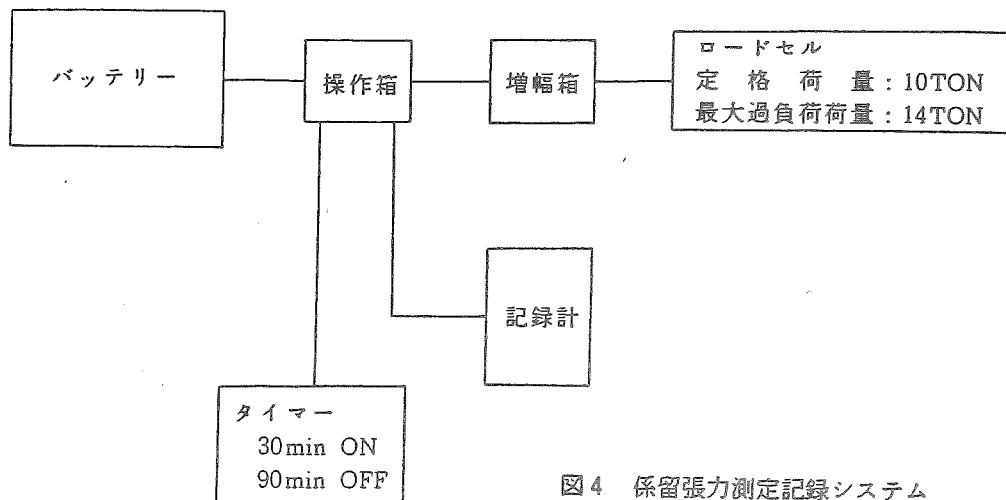


図4 係留張力測定記録システム

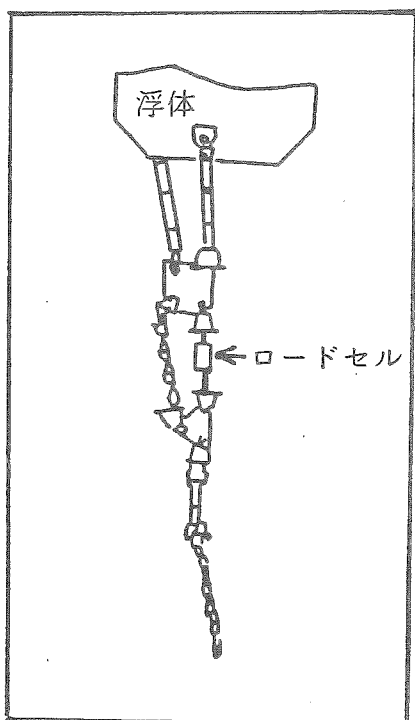


図5 ロードセルの設置場所

E136° 0' 40") , 水深720mの場所に設置された。

調査項目は浮魚礁設置海域の気象、海象(波、流れ)および係留索の張力測定等である。気象は潮岬測候所の資料、波は新宮港に設置されている波高計の資料を用いた。図3に各観測位置を示す。

流れの測定は毎月1回の浅海定線調査(調査船「わかやま」による観測)でのGEKによる浮魚礁周辺での表層の流向流速測定と自記式超音波流向流速計(スマートACM)による浮魚礁での鉛直測定(表層・5, 10, 20, 40, 60, 80, 100m・各層10分間測定)である。

係留索の張力測定記録のシステムを図4, ロードセルの設置場所を図5に示す。係留用シャックルに組み込んだストレンゲージ式のロードセル(定格荷重10トン)を用いる方法である。張力の測定はタイマー利用により毎日1:00~23:00までの2時間毎の各時30分間の連続測定としている。記録紙の紙送り速度は約54cm/時間である。

結 果

1. 海域条件

(1) 気象

浮魚礁設置後、日本近海に影響を与えた台風の経路、発生日、台風期間、消滅、最低中心気圧、最大風速等を図6, 表1に示す(土井1988)。また、潮岬測候所における最大風速(m/sec)の変化を図7に示す。

紀伊半島沖合に接近した台風の経路をみると、第7号は7月29日夜から30日にかけて加速しな

表1 日本近海に影響を与えた台風の概要 (土井 1988)

台風番号 および称号	発			生			消			減			最低中心気圧			最大 風速 m/s	備考
	月日時	位 置		中心気圧 mb	台 風 期 間		月日時	位 置		中心気圧 mb	月日時	位 置		中心気圧 mb			
		N	E		始	終		N	E			N	E				
5号 (Thelma)	7. 7. 9	11.0	150.0	1004	7. 9. 12	7. 16. 12	7. 18. 15	50.0	135.5	1000	7. 11. 15	17.9	130.2	915	50	済州島	
7号 (Wynne)	7. 21. 9	5.0	178.0	1006	7. 22. 15	8. 2. 3	—	—	—	—	7. 26. 9	17.8	145.0	920	50	八丈島	
10号	8. 10. 9	26.9	144.1	1012	8. 11. 3	8. 13. 15	8. 17. 3	47.5	165.0	1004	8. 11. 3	30.5	141.7	1006	20	八丈島	
12号 (Dinah)	8. 21. 3	12.0	152.0	1006	8. 22. 9	8. 31. 21	—	—	—	—	8. 26. 21	19.2	129.8	915	50	対 馬	
13号 (Freda)	9. 4. 9	11.0	148.0	1006	9. 5. 15	9. 19. 9	9. 20. 15	52.0	167.0	992	9. 10. 3	17.0	137.7	915	55	八丈島	
19号 (Kelly)	10. 9. 9	11.5	137.0	1008	10. 11. 3	10. 17. 21	—	—	—	—	10. 15. 3	24.1	133.0	955	40	室戸市上陸	

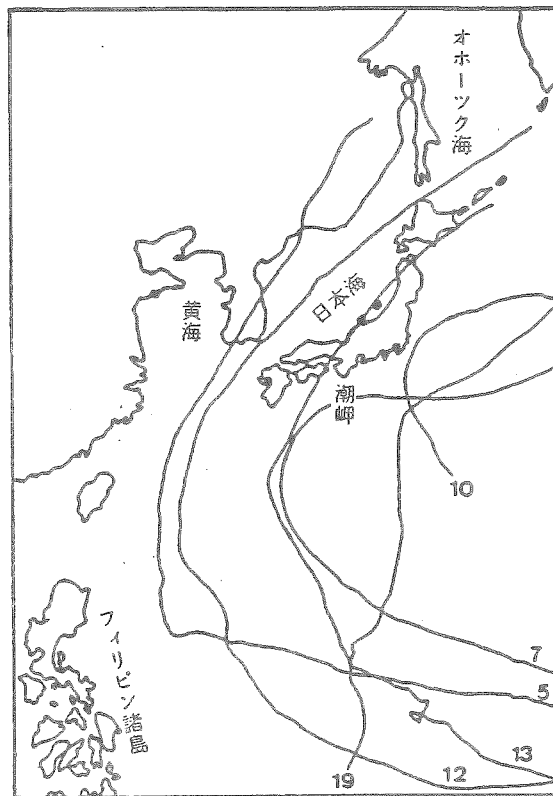


図6 日本近海に影響を与えた台風の経路 (土井雅彦 1988年1月「気象」)

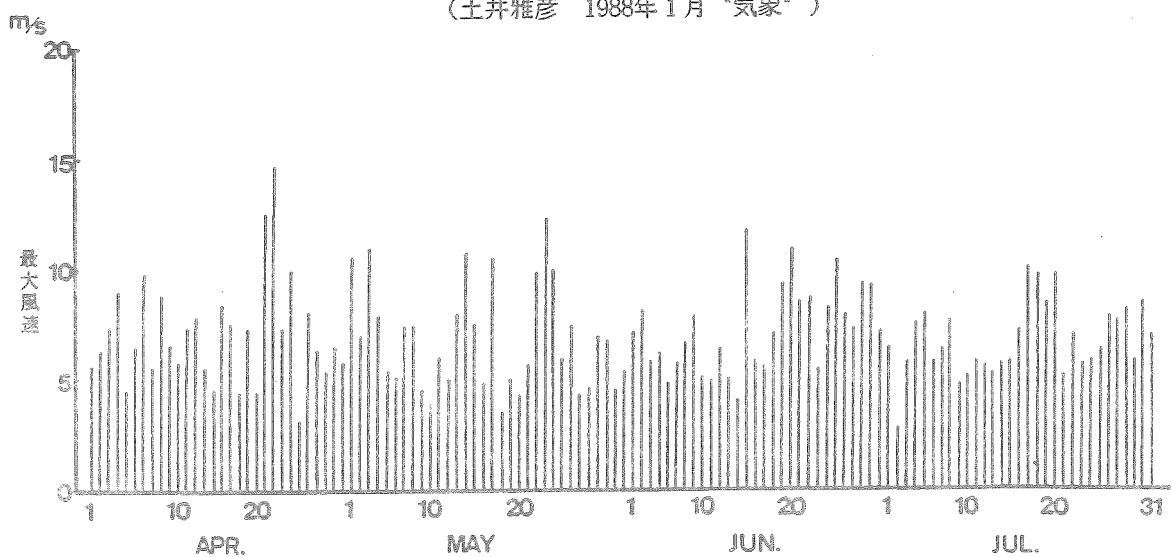


図7-1 潮岬測候所における最大風速の変化

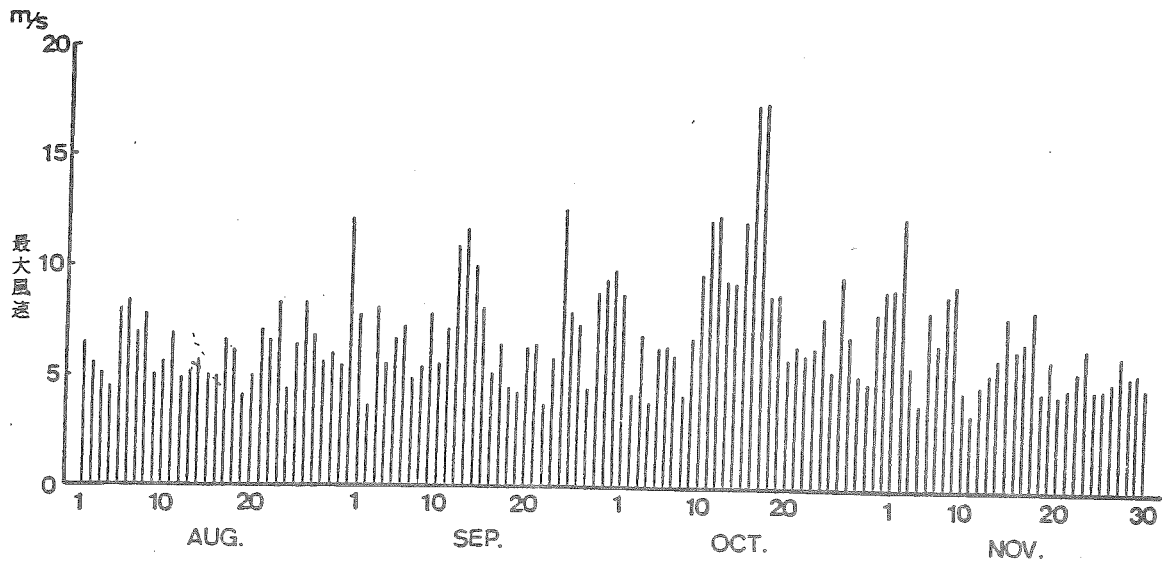


図7-2 潮岬測候所における最大風速の変化

がら本州南岸を北東～東に進み、31日早朝には八丈島の南海上を通り、その後も更に東へ進んだ。また、第19号は10月17日0時頃高知県室戸市付近に上陸し、四国の東部を北北東に進み、17日4時すぎ兵庫県明石市付近に再上陸し、7時頃には日本海にぬけた。これらの台風期間の最大風速は8.5m/sec, 16.6m/sec, 最大瞬間風速は、17.6m/sec, 31.7m/secとなった。また、低気圧通過時の最大風速は10m/sec前後であった。

(2) 海象

1) 波

浮魚礁設置後の新宮港波高計における有義波高 (H) と周期 (T) の変化を図8に示す。紀伊

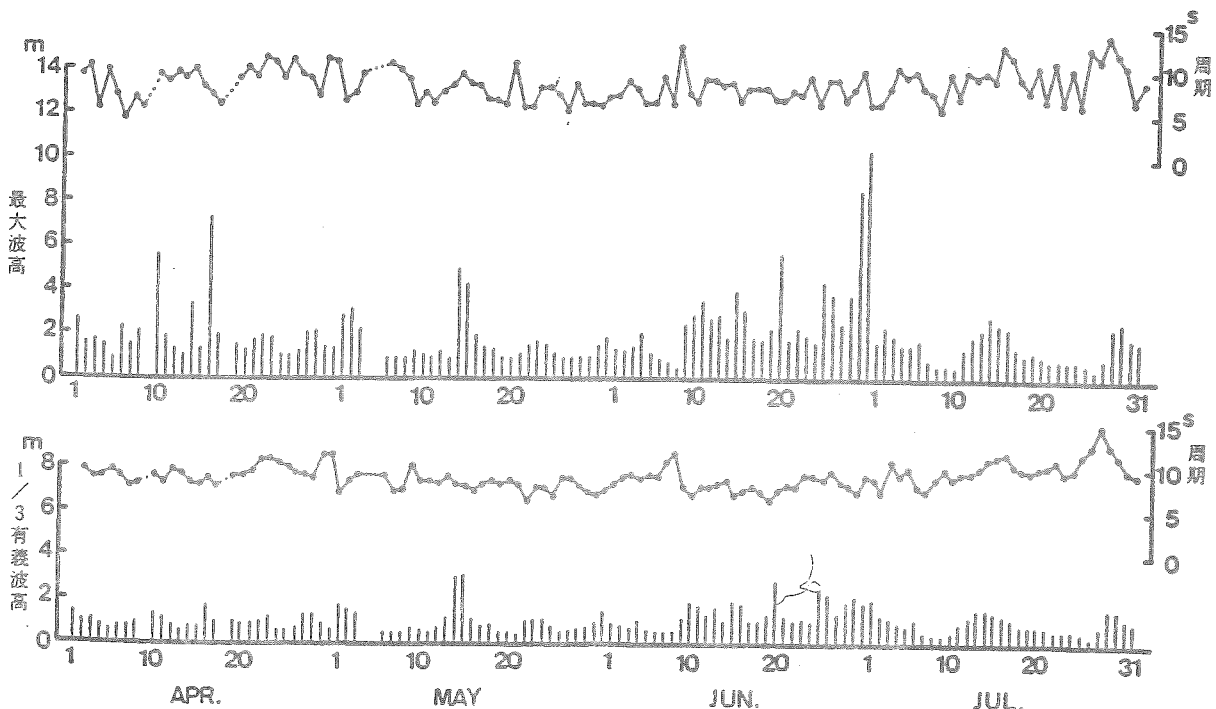


図8-1 新宮港における最大波高、1/3有義波高および周期の変化

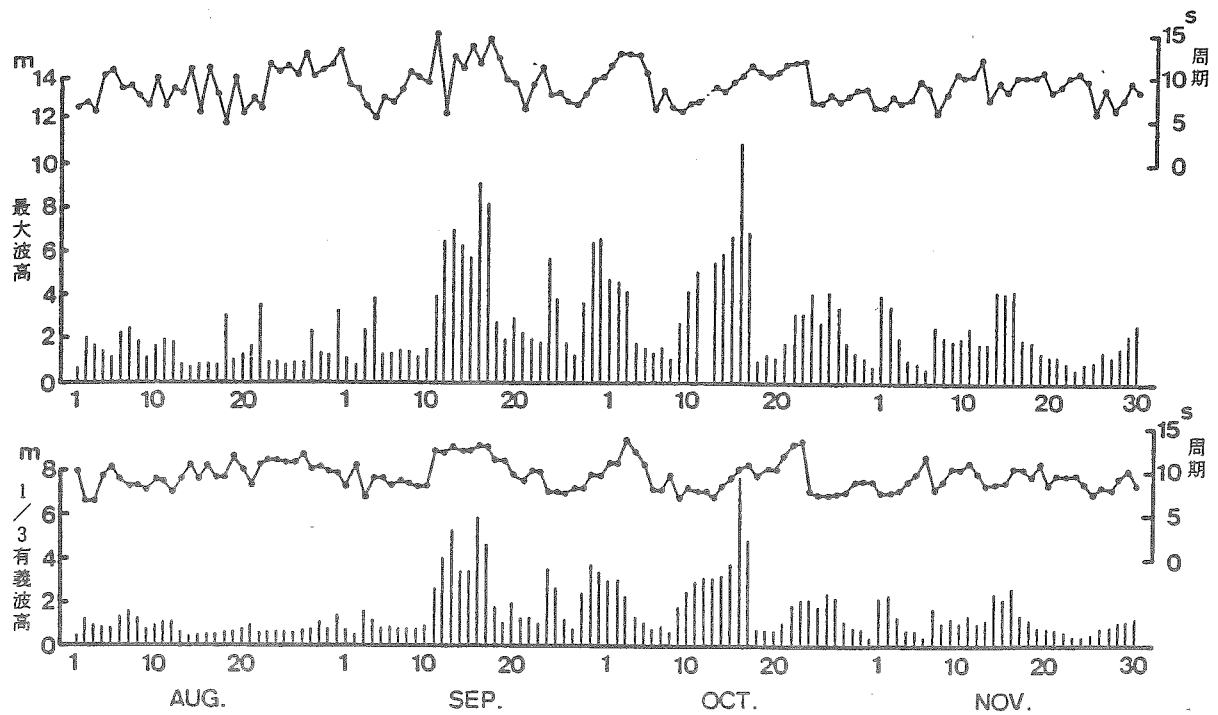


図8-2 新宮港における最大波高、 $\frac{1}{3}$ 有義波高および周期の変化

半島沖合域に接近した台風は第7号、第19号（室戸市上陸）であるが、この時の波諸元は台風第7号の通過時（62年7月30日）には $H_{\frac{1}{3}} = 1.22\text{m}$, $T_{\frac{1}{3}} = 9.7\text{sec}$, $H_{\text{max}} = 2.04\text{m}$, $T_{\text{max}} = 6.8\text{sec}$, 第19号の通過時（62年10月16日）には $H_{\frac{1}{3}} = 7.73\text{m}$, $T_{\frac{1}{3}} = 10.3\text{sec}$, $H_{\text{max}} = 10.98\text{m}$, $T_{\text{max}} = 10.4\text{sec}$ となった。他に、第13号（八丈島通過）でも影響を受け62年9月16日に $H_{\frac{1}{3}} = 5.88\text{m}$, $T_{\frac{1}{3}} = 12.9\text{sec}$, $H_{\text{max}} = 9.06\text{m}$, $T_{\text{max}} = 11.3\text{sec}$ の値を示した。台風通過時以外の上記では $H_{\frac{1}{3}}$ で2m前後、 $T_{\frac{1}{3}}$ で10sec以下が多かった。

2) 流れ

当海域の流れ黒潮流路の変動に大きく影響される。浮魚礁設置後における黒潮の流路と潮岬南

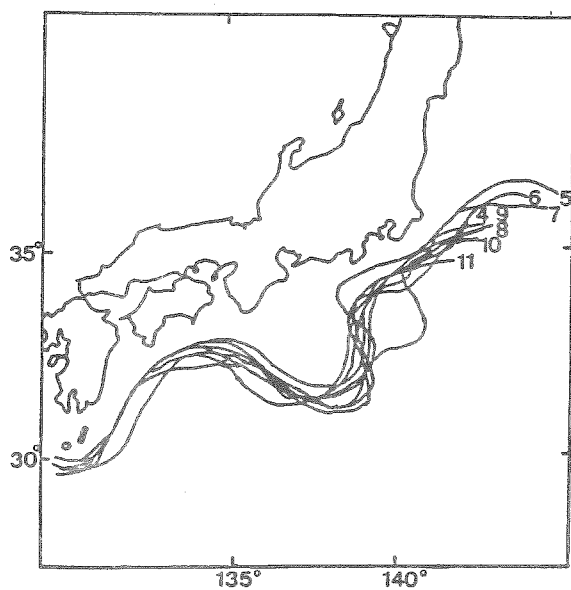


図9 黒潮の流路の変化（海上保安部海洋速報）

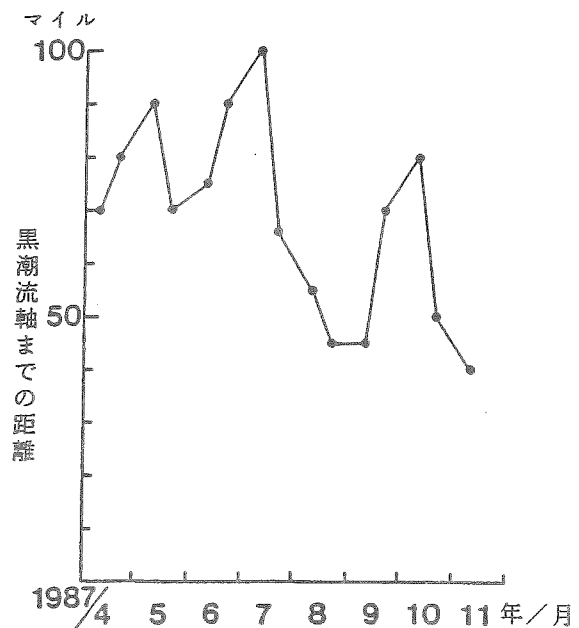


図10 潮岬南沖における黒潮流軸までの距離（海上保安部海洋速報）

沖における黒潮流軸までの距離（海上保安部海洋速報）を図9～10に示す。図にみられるように浮魚礁設置時では黒潮本流は潮岬南沖70マイル程度に位置し、離岸状態であった。その後も接岸することなく、浮魚礁設置期間中は離岸状態となっている。

浮魚礁設置海域におけるGEKによる毎月の表層流速測定結果を図11に示す。図には4～12月における月1回のデータを表示してあるが最大流速を示したのは10月の1.8ノット（北東方向）である。全体的には1ノット前後の流速が多い。流向は9月、10月を除くと南西方向の流れが卓越していた。

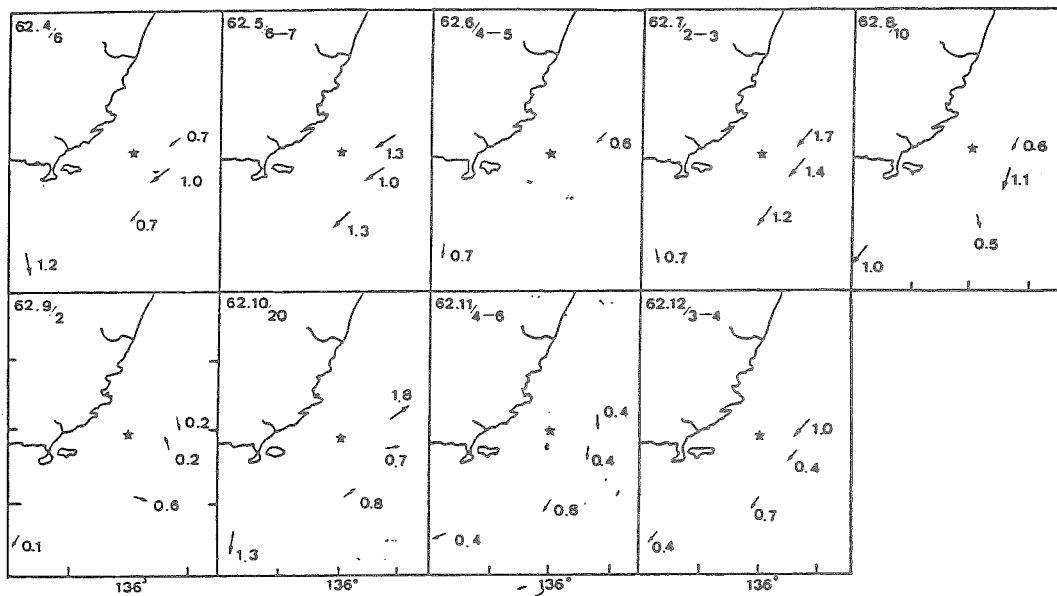


図11 GEKによる毎月の表層流速測定結果（和歌山県水産試験場調査船「わかやま」による観測）★浮魚礁（MF21-2号機）

表2 浮魚礁設置点での潮流の鉛直分布
1987.8.10 10:11~11:37

水深(m)	流向(°)	流速(cm/sec)
0	276	16
3	323	11
7	211	10
16	189	11
36	203	32
50	210	37
65	224	31
89	219	23

また、自記式超音波流向流速計（スマートACM）による浮魚礁設置点での流向、流速の鉛直測定結果を表2に示す。各層により流速に変化がみられ、表層6m/sec（0.3ノット）、50m層では最大の37m/sec（0.7ノット）の流れとなっている。流向は南西方向の流れである。

流速の鉛直測定については、秋期、浮魚礁近辺で曳縄漁船の操業が行われたため調査が実施できず、今回は1回のみ調査となった。

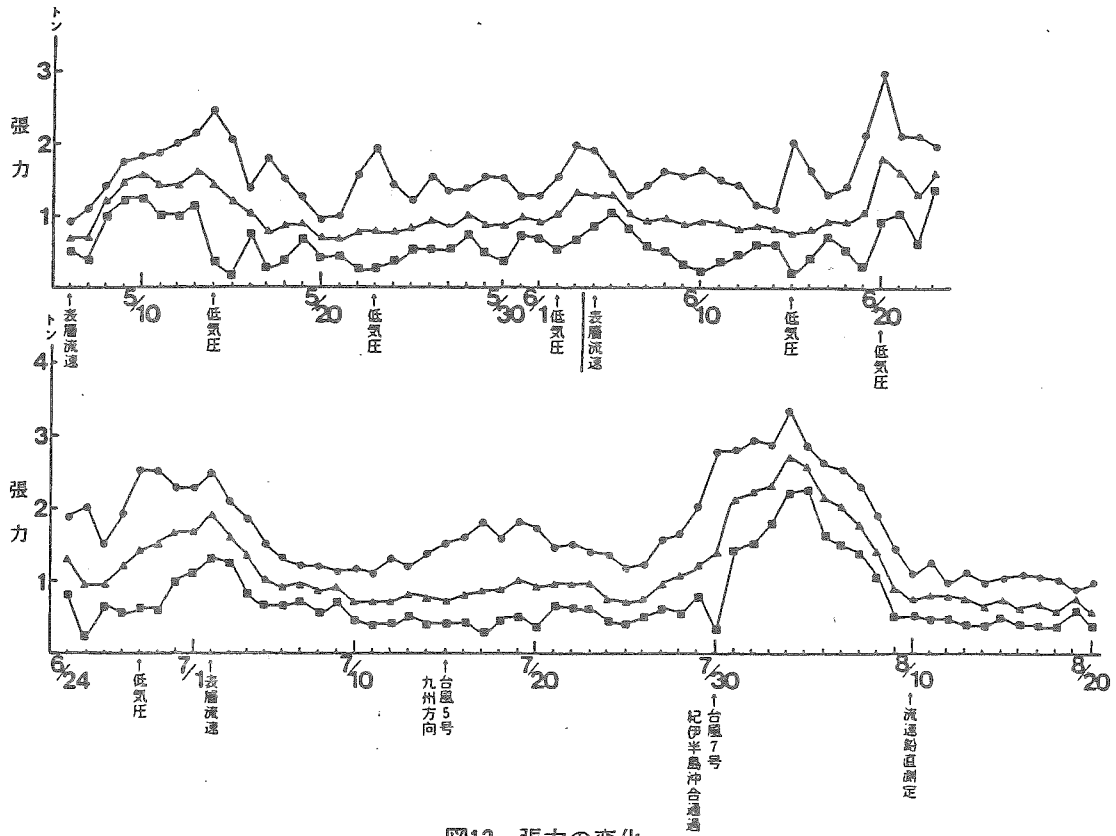


図12 張力の変化

●最大張力 ▼最大平均張力 ■最小張力

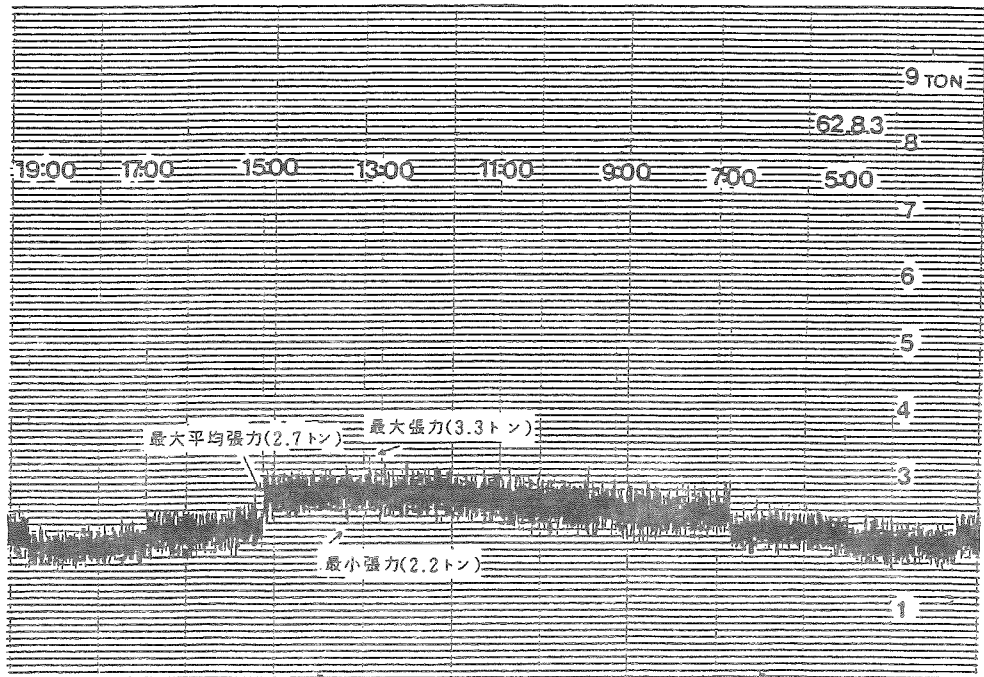


図13 張力記録の事例

2. 浮魚礁係留索の張力測定

張力測定は浮魚礁設置日の62年3月30日から開始し、1ヶ月後張力計の記録紙を回収したが、記録計の紙送り作動不良のため記録がとれず、62年5月6日より連続測定を行った。測定期間は8月20日までである。8月20日以降は紙送り作動の不良、ケーブル切断等のため記録がとれなかった。

測定期間中における張力の変化を図12、張力記録の事例(62年8月3日)を図13に示す。張力記録事例に示すように、1日の張力記録のうち最大張力を示した時間における最大平均張力、最大張力、最小張力を求めて図12に示す張力の変化で表わした。図中には主な気象、海象条件を表示してある。最大張力は低気圧の通過時には2トン前後となっている。日本に影響を与えた台風は第5号、第7号、第10号、第12号、第13号、第19号であるが、今回は第5号、第7号の台風期間中の記録しかとれていない。この時の張力をみると、第5号、第10号ではほとんど張力に変化がみられなかったが、第7号の紀伊半島沖合域通過時(7月30日)には最大張力2.76トン、最大平均張力1.4トンとなった。低気圧通過時よりやや高い値である。測定期間における最大張力は台風7号通過後の8月3日の3.3トン、最大平均張力2.75トンであるが、この時は波の影響よりはむしろ流れの影響を受けているものと思われる。この時の流速測定記録はないが、目視観察では南西方向の流れが強く、浮魚礁が傾斜状態となっていた。図11に示すGEKの測定結果では7月2日～3日に1.4～1.7ノットの強い流れとなっていたが、この時の最大張力は2.47トンと高い値を示している。このようなことからみると、8月4日には2ノット前後の流速があったものと想定される。平常時における最大平均張力は1トン前後である。なお、浮魚礁には常時約0.9トン(チェーン0.6トン、ロープ0.3トン)の負荷がかかっており、張力記録より常時負荷をひいたものが浮魚礁係留張力となる。水平流体力の算出は次式を用いた。

風および潮流

$$F = \frac{C_D \cdot A \cdot W_o}{2g} \times U^2$$

波

$$F = \frac{C_D \cdot A \cdot W_o}{2g} \times U_m^2$$

$$U_m = \frac{\pi \cdot H \cosh 2\pi D/L}{T \sinh 2\pi h/L}$$

$$F = C_M \frac{\sinh(2\pi h/L) - \sinh(2\pi h-d/L)}{\cosh(2\pi h/L)} \times \frac{\pi B^2 \cdot W_o \cdot H}{8}$$

(但し、 W_o : 海水・空気の単位体積重量、海水1.03トン/㎡、風0.0011トン/㎡、 C_D : 抵抗係数、主浮体0.68、中層集魚体2.0、係留索1.0、 A : 遮影面積(㎡)、 U : 流速、風速(m/sec)、 g : 重力加速度、 T : 波長、 H : 波高、 L : 周期、 h : 水深、 D : 海底上からの位置、 C_M : 質量係数2.0、 d : 吃水(3m)、 B : 主浮体の幅2.2m)

これらの計算式より風・流れ・波等の海域条件を変化させ、水平流体力 (F) を求めると図14のようになる。また、係留張力 (T) は係留索長 (1080m) と水深 (720m) の関係より $T=1.34F$ で求められる。

今回の調査で海域条件と係留索の張力が同時に測定されたのは図12に示すように5月6日、6月4日、7月2日、8月10日の4回である。これらの結果より浮魚礁の外力計算値と張力計の記録値との比較検討を行ってみると外力計算の方が高い値となっている。今回、大型台風通過時の張力記録がとられておらないため、次回にはこれらの記録に努め詳細な検討を行いたいと考えている。

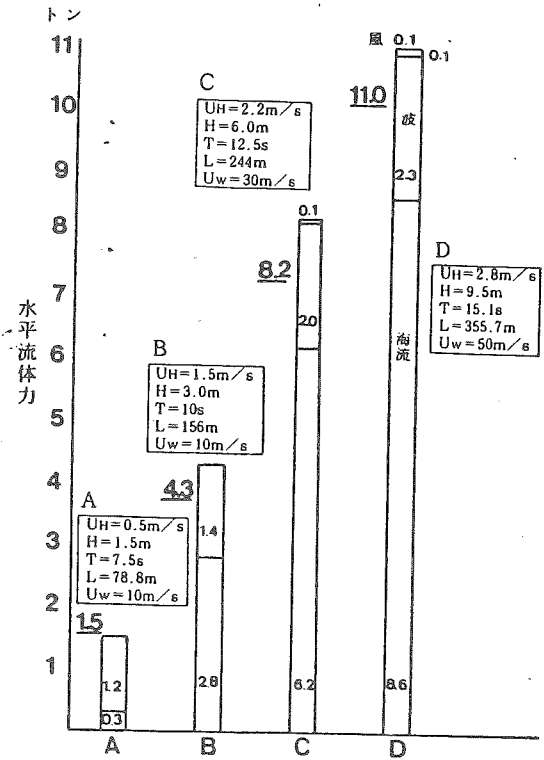


図14 海域条件と水平流体力
 U_H 流速 U_w 風速 H 波高
 T 周期 L 波長

文

献

土井雅彦, 1988: 台風, 気象32 (1), 32-34.