

島根県中部海域総合開発事業

設計調査（結果概要）

森脇晋平・吉尾二郎・高橋伊武

本事業は昭和57～59年の3ヶ年間の基礎調査を終え、昨年度（昭和60年）より設計調査に入っている。本調査は漁場造成（設計）に必要な詳しい資料を得ることを目的とし、3～4年の年月をかけて行うものである。既に1年が経過し、図1に示したが、スーパー人工礁を配置する「海域礁造成区」の一部地層探査、その他日御碕沖合の天然礁海域についての海底地形、海底構造物の埋没・洗掘状況、資源生態補足調査等を行った。今年度も同様な調査を行った。

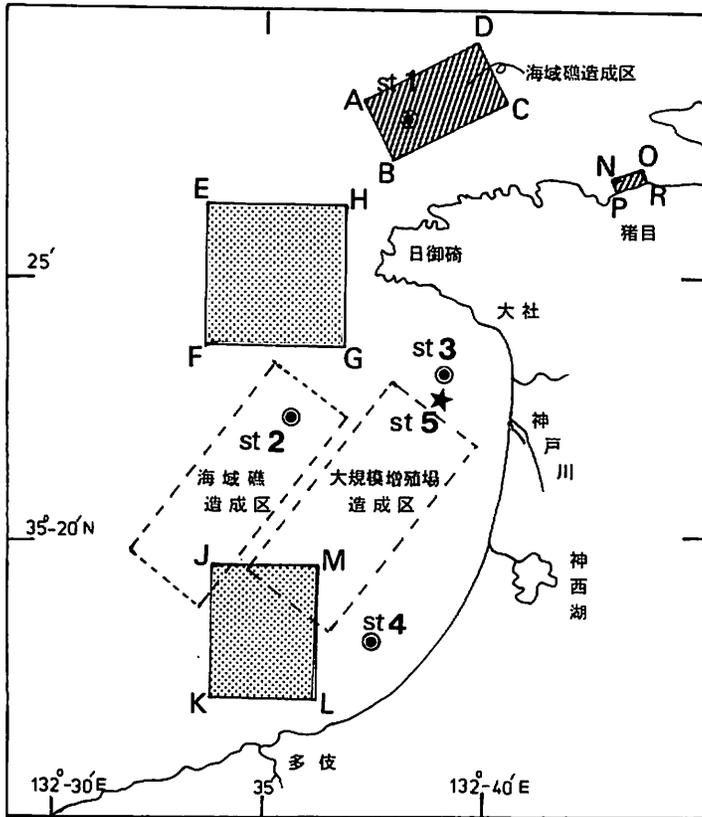


図1 調査海域と地点

調査とその結果

1. 流況調査

総合開発海域の海域礁造成区，大規模増殖場造成区の流況を自記流速で観測した。

調査方法

図1に示したStn. 1～4の4点の海底上5 mに，アンデラー流速計（RCM-4）を設置し，10分間隔で約15日間の連続観測を行った。観測日は表1に示した通りである。

表1 潮流調査期間

調査点	調査期間	測流水深
Stn. 1	1985年6月11日～6月18日	海底上5 m
Stn. 1	1985年8月6日～8月17日	〃
Stn. 2	1985年6月11日～6月18日	〃
Stn. 2	1985年8月6日～8月17日	〃
Stn. 2	1985年9月18日～9月29日	〃
Stn. 3	1986年6月24日～7月9日	〃
Stn. 4	1986年6月24日～7月9日	〃

調査結果

得られた結果をスティック・ダイアグラムで図2-1～2-5に示した。また，流速および流向の頻度分布もあわせて示した（図3-1～3-3，図4-1～4-2）。

Stn. 1は日御碕の北側沖であるが，6月の流れは全般にNからE方向が卓越する。特にENE方向への流向の頻度が最も高い。8月では，6月には殆どみられなかったSW方向への流れが見られ，ENEとWSWの方向のまったく逆方向の流れが卓越した。流速については6月と8月の差は認められない。8月にSW方向への流れが発達するのは，ひとつには夏から秋に卓越するNE風の影響が考えられる。

Stn. 2は大社湾の中央部の沖合である。流れはNNE～NE方向の流向が卓越している。6月はSW方向への流れは全く観測されていないが，8月～9月では，Stn. 1ほどではないけれど，SW方向への流れが認められた。6月の流速は8月～9月の流速よりやや速い傾向が見られた。

Stn. 4は相対的に沿岸に位置している。流れは沖合部のStn. 2とは異なる。すなわち，流速は沖合部よりも遅く，WSW～SSW方向への流れの成分も大きい。このことは，沿岸の流況は沖

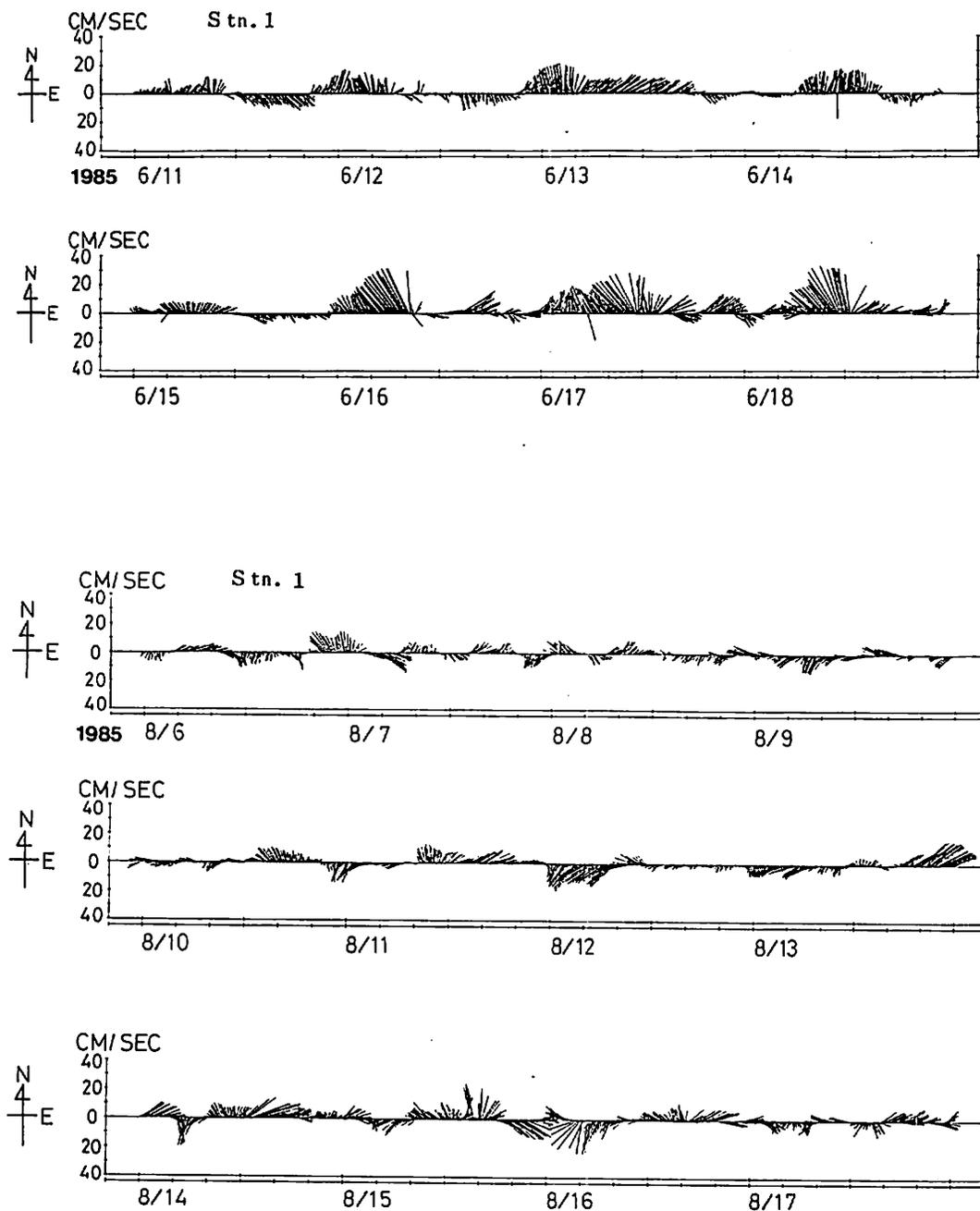


図2-1 Stn. 1における潮流計の測得流

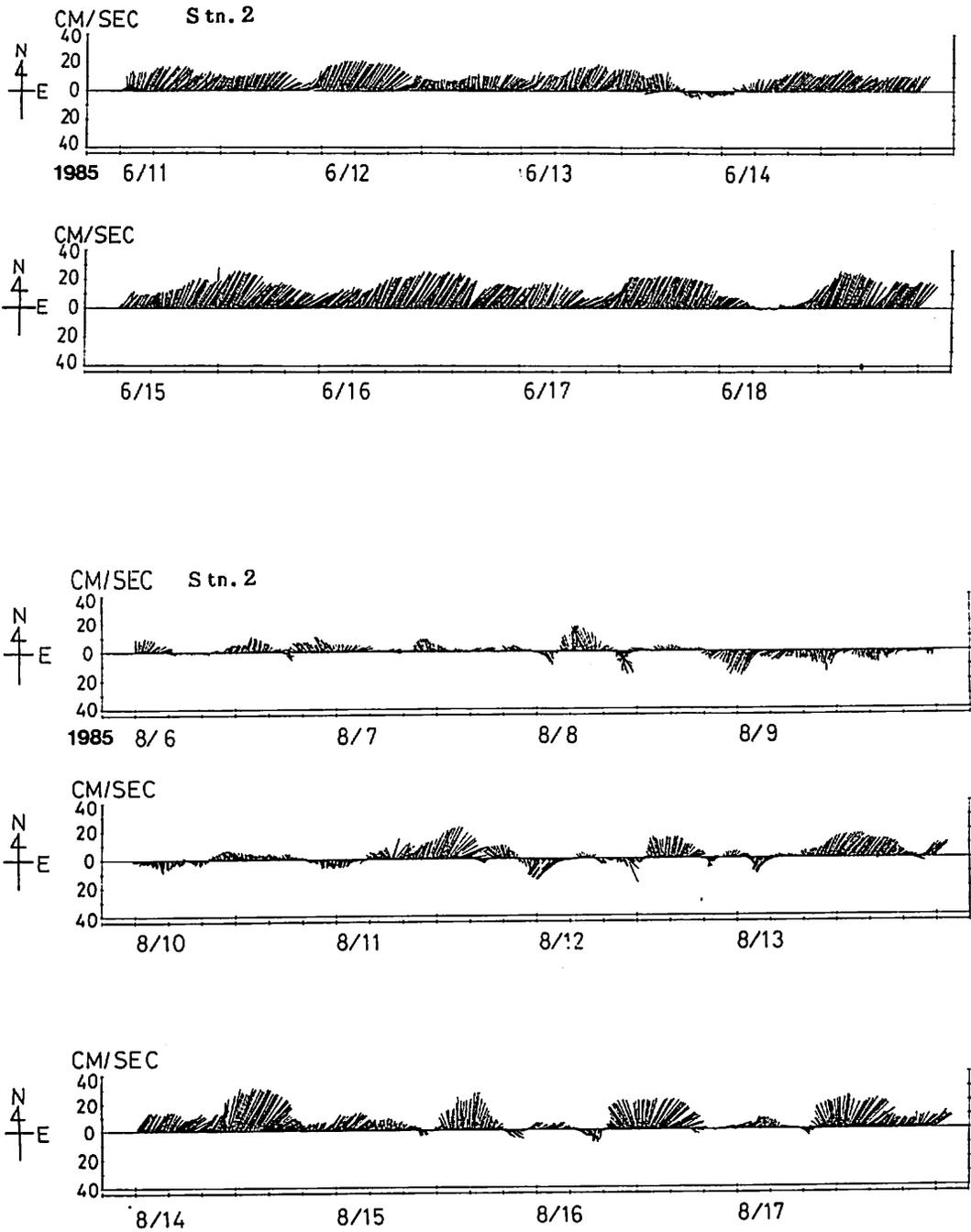


図2-2 Stn. 2における潮流計の測得流

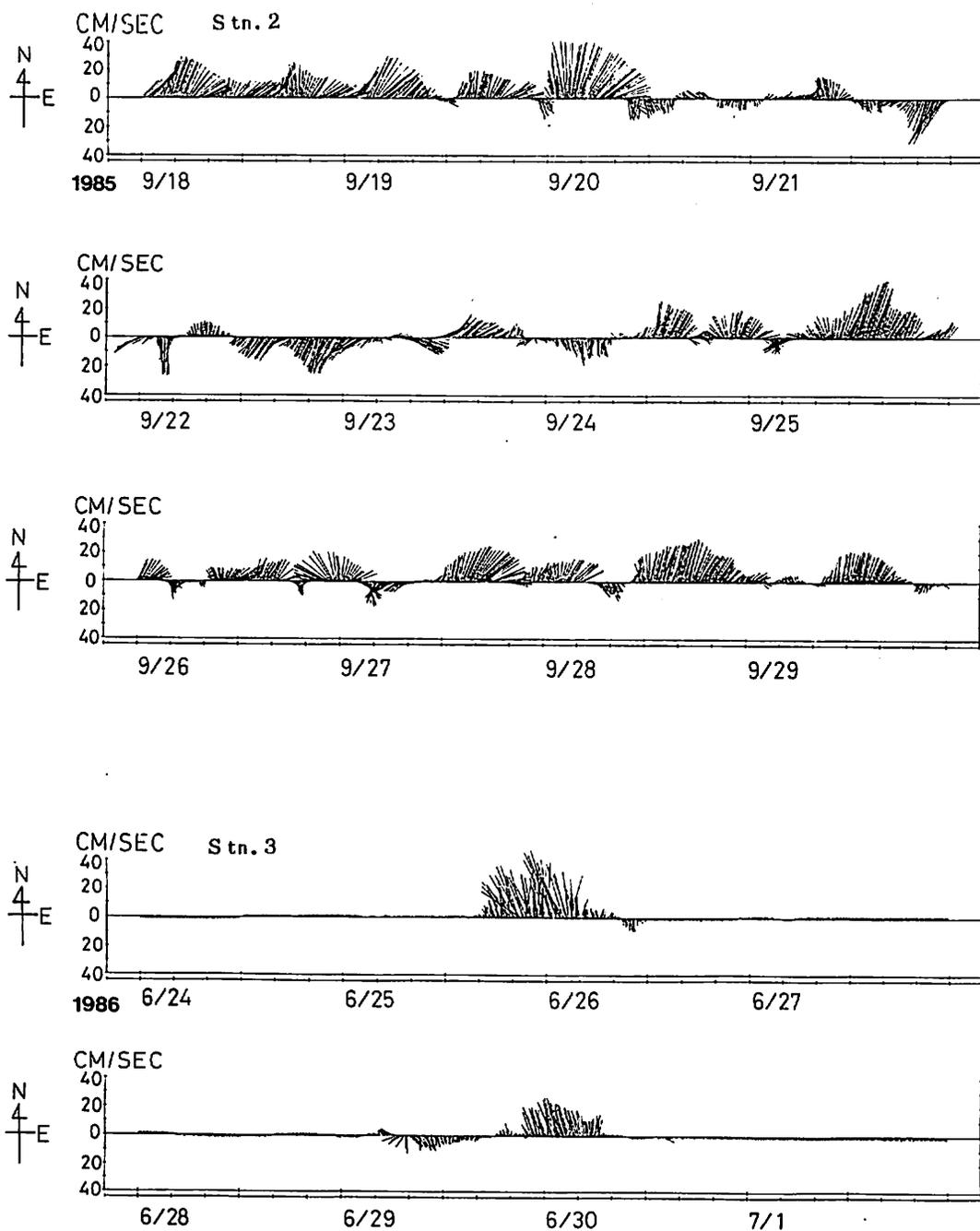


図2-3 Stn. 2, 3における潮流計の測得流

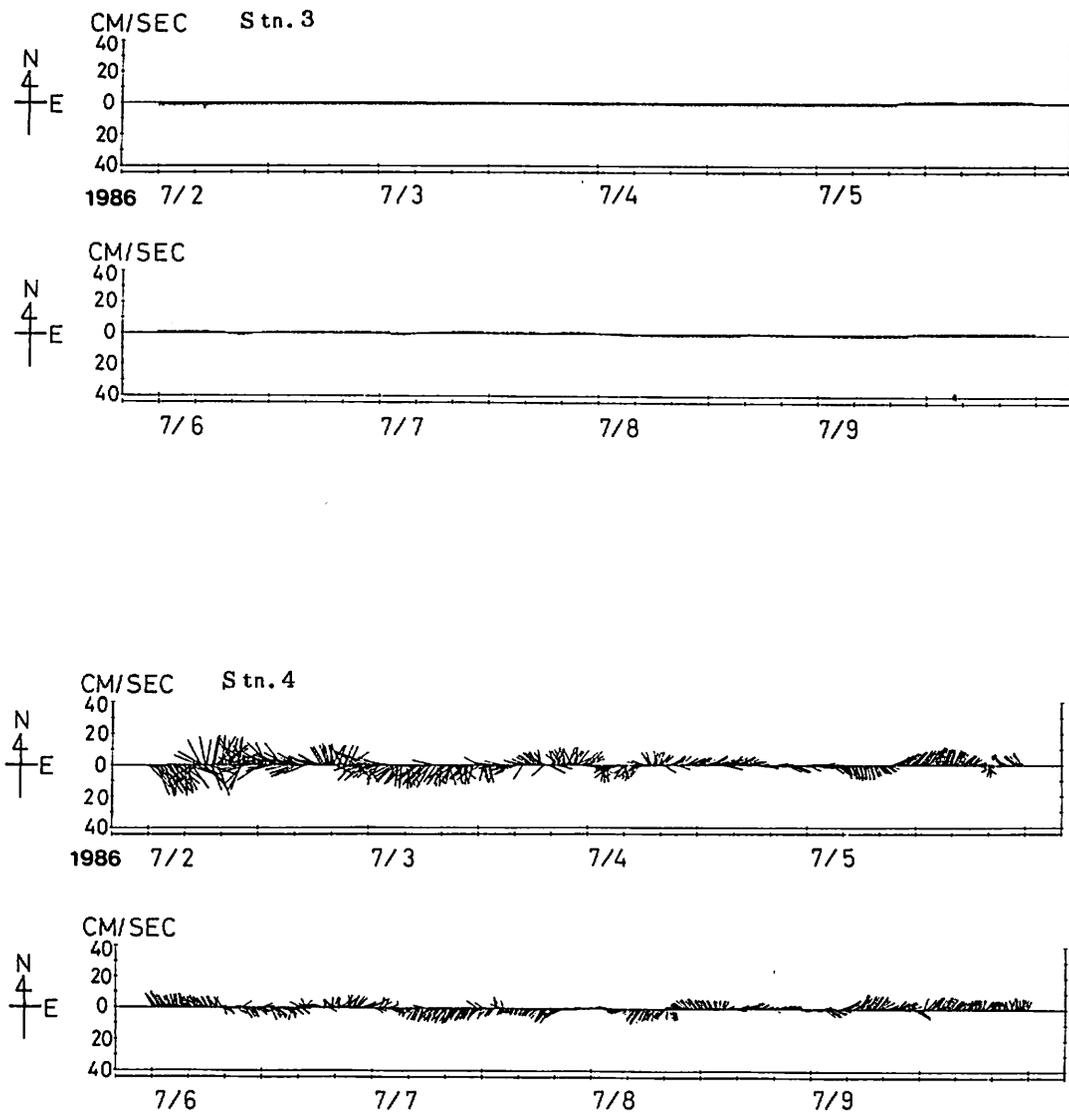


図2-4 Stn. 3, 4における潮流計の測得流

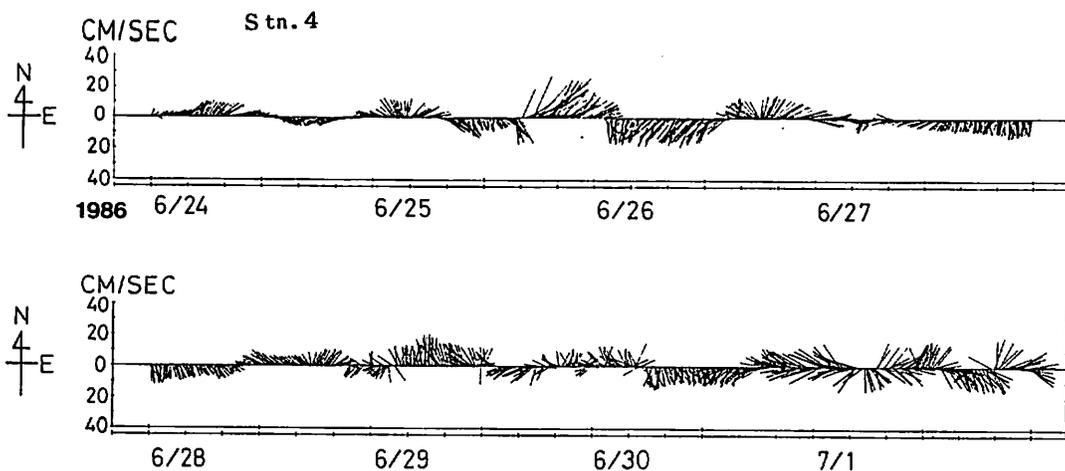


図2-5 Stn. 4における潮流計の測得流

合に比べ複雑であることを示している。

Stn. 3は、同じ沿岸よりの測点でも、開放性海域の海岸のうちでも最も奥に位置している。この点は上述の各点とはまったく流況が異なる。平均流速は調査点のうちで最も遅く、流向はNNWとSSW方向の頻度が大きい。即ち、NE方向に伸びた海岸線に平行した流れが卓越した。

以上のことから、調査対象海域における基本的な流況は、沖合部での相対的に流速の速いNE方向の流れと、沿岸部の相対的に遅い海岸線に平行な成分が卓越した流れに大別される。また湾中央部では渦動域の形成が予想される。

沖合の流況は全般的にはNE方向に流れているが、季節的にはSW方向への流れが見られる。このSW方向の成分への流れの変動には季節的な卓越風の影響が予想される。

2. 海底精密調査と地層調査

海域礁設置予定海域の東部地区（日御碕東部沖合）の海底地形を出来だけ精密に調査する。

調査方法

図1に示した日御碕東部沖合のA、B、C、Dで囲まれた海域を、サイドスキニングソナーによる海底地形調査及び水中放電式の音波探査装置を用いて地層を調査した。

調査結果

調査海域は図5に示すように東側に大型魚礁、2ヶ所があり、その他は平坦な海底であった。中央部より沖合に向って緩やかに傾斜している。

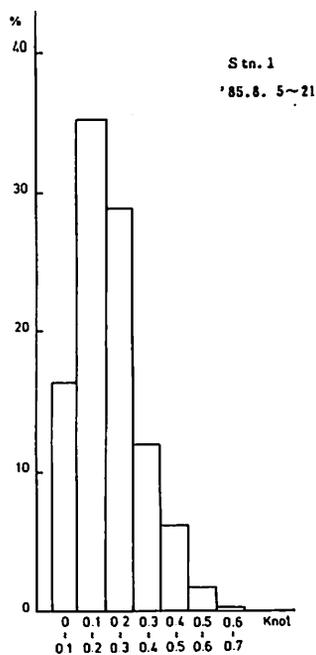
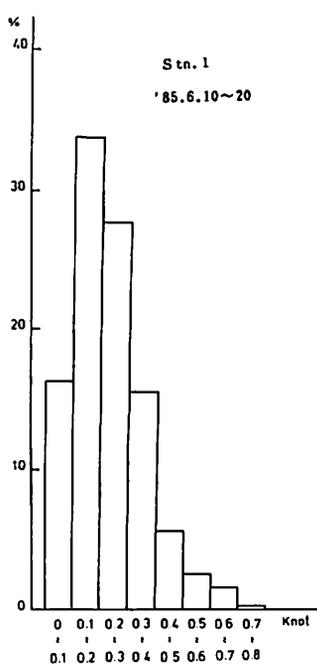


図3-1 Stn. 1における測得流の流速分布

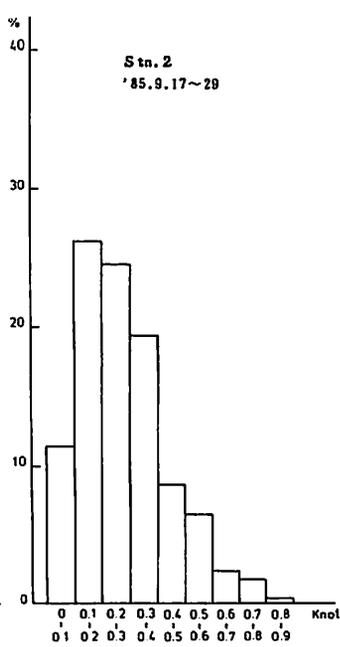
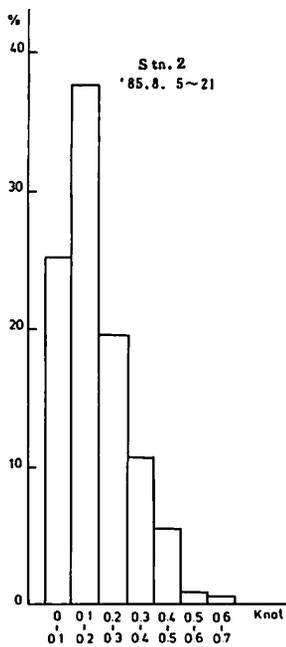
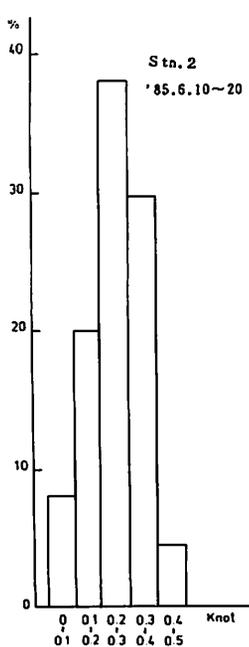


図3-2 Stn. 2における測得流の流速分布

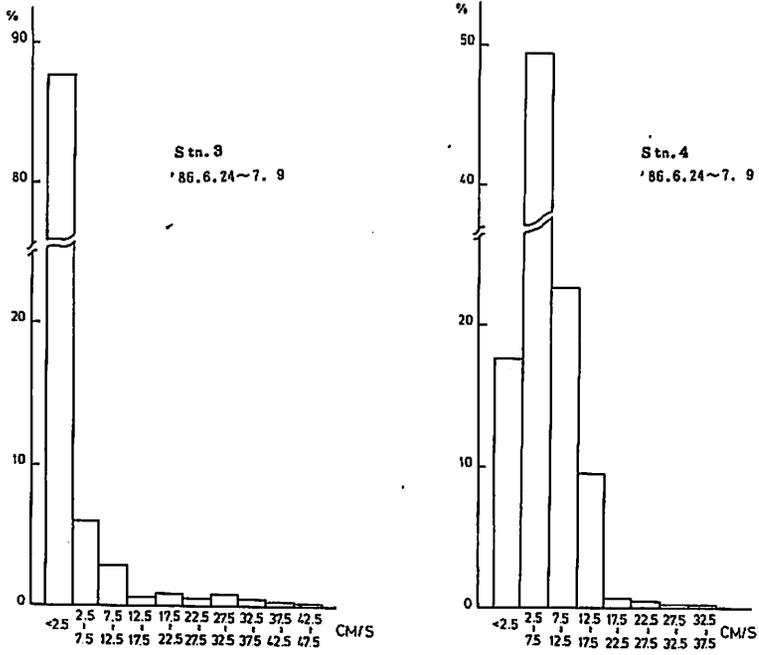


図3-3 Stn. 3, 4における測得流の流速分布

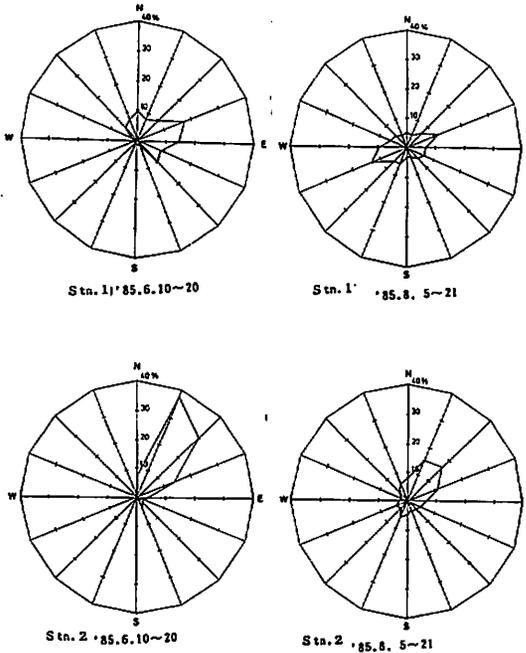


図4-1 Stn. 1, 2における測得流の流向分布

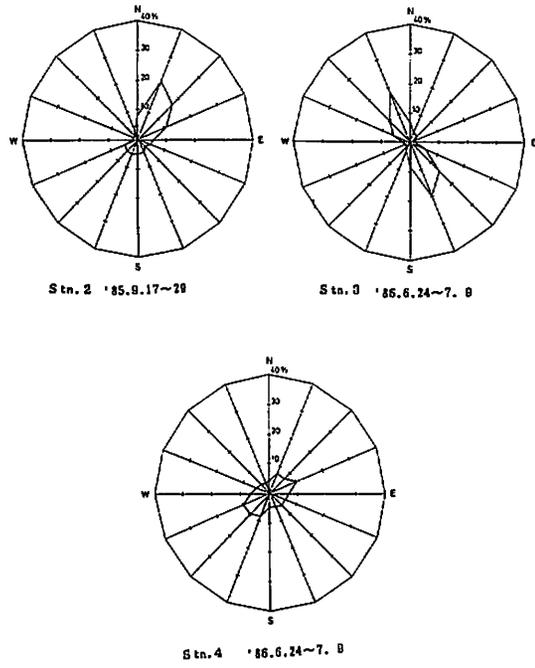


図4-2 Stn. 2, 3, 4における測得流の流向分布

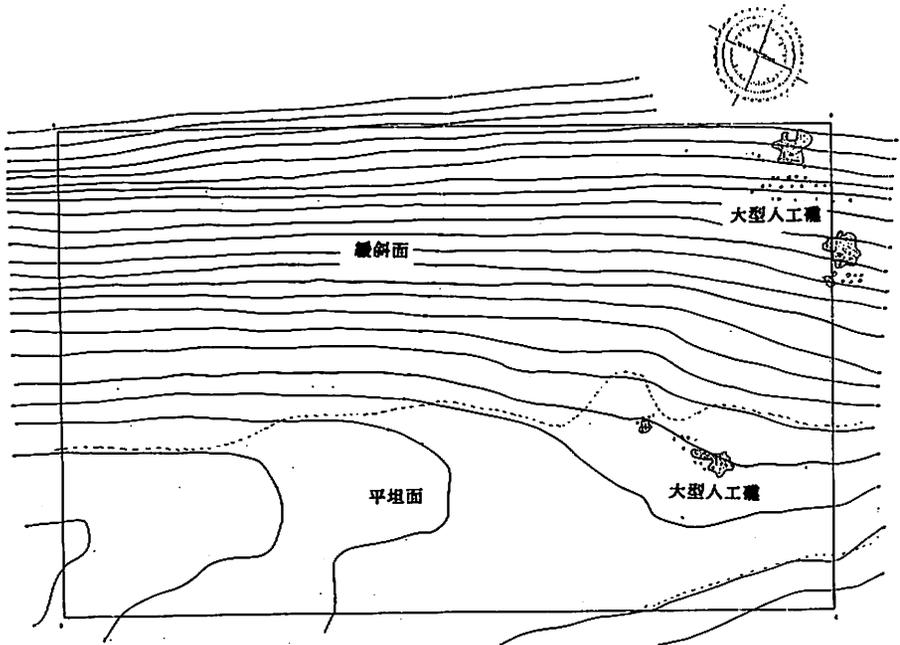


図5 海底地形の模式図

同地区の地層については、調査海域周辺の陸上地質を図6、海底地質は図7に示した。海域一体は泥分を含む細砂～粗砂で平均20m程度被われている。

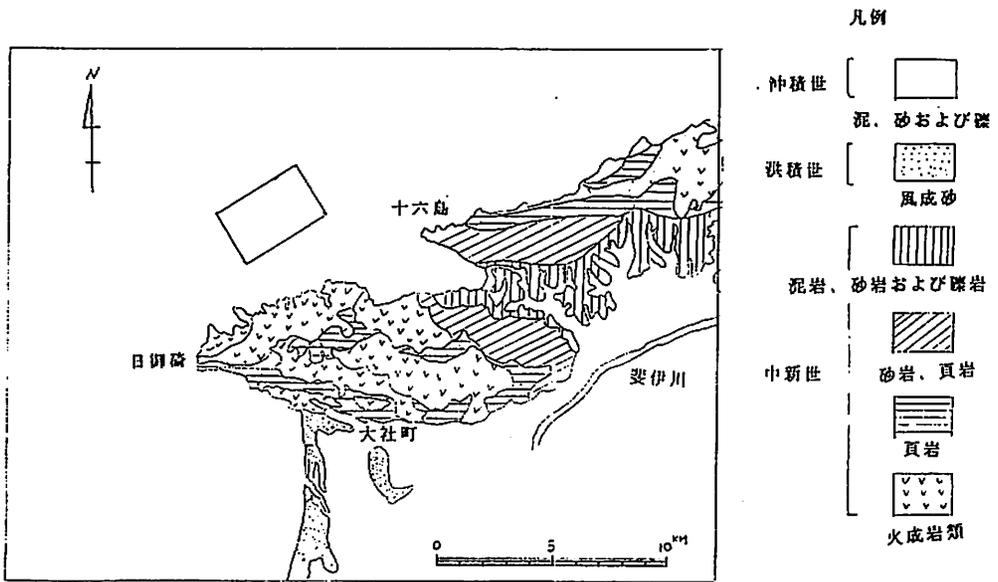


図6 調査海域沿岸部の地質

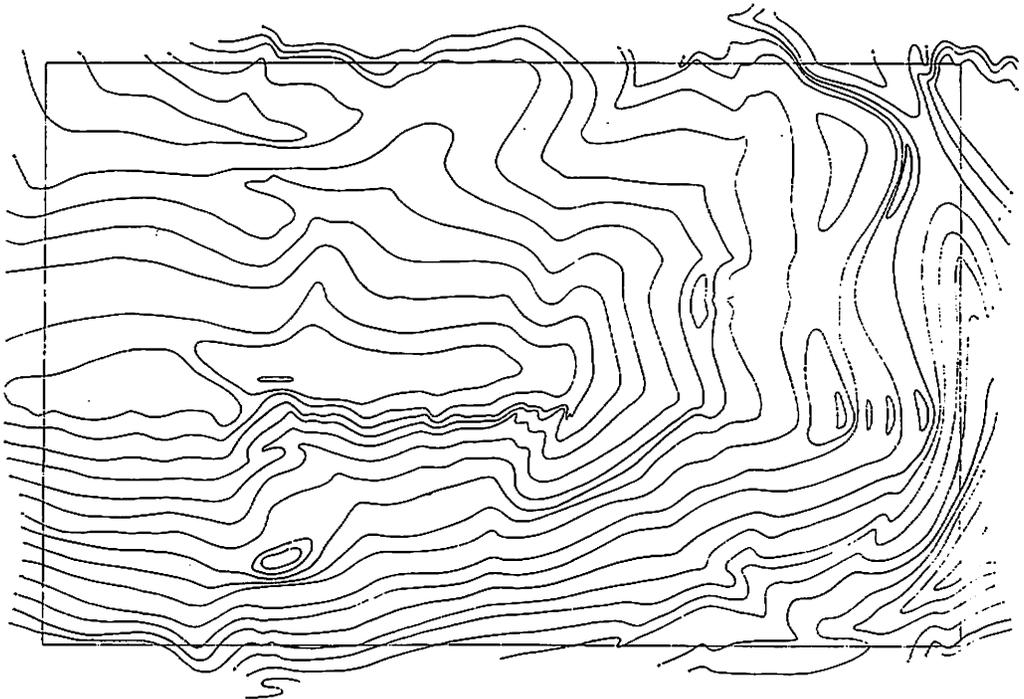


図7 堆積層厚線図

3. 資源生態補足調査

1) マダイ餌料供給施設の検討

開発予定海域のマダイは、水深10m前後の砂浜浅海部に着底し、大きくなりながら沖合、岩礁域へと分散・移動する。体長5~10cmの大きさの個体が10月以降の秋口、分散・移動し、今迄比較的、大きな群だったものが小さな群となって広い海域で越冬する。翌年10~15cm程度の1才魚として一部魚獲されてくるが、分散・移動が益々大きくなる。この分散・移動の一つの大きな要因として、餌料分布・量があるものと推察している。十分な餌料があれば分散・移動それに自然死亡も少ないのではないと思われる。従って開発予定海域の砂浜浅海部の沖合に大規模増殖場の造成を行い、マダイの育成・保護を考えた。増殖場の造成にはマダイの餌料生物の培養を目的とした付着基質を取付ける計画なので、その付着基質の選定を行った。

調査方法

用いた付着基質は土木用暗渠集排水材（商品名；ヘチマロン）で、特徴・規格は表2に示した。空隙率の定量化は困難であり、相対的に“大・小”で表示したが、単位体積当りの重量が異なる。ちなみに、規格番号230-35は55kg/m³、230-30は75kg/m³、2011は30kg/m³である。

付着板の設置場所は図1のStn. 5の地点で、調査期間は表3に示した。1985年は季節的な変動を見るため付着板の引き揚げ間隔を比較的長期間にとり、1986年はマダイ幼魚が着底する時期の餌料生物に注目して調査した。

調査結果

餌料生物付着板は海中でポリ袋に入れて船上に回収した。付着板を細かく切断し、付着した生物を取り除いた後、分類し湿重量を単位面積当り（m²当り）に換算し、その結果を表4に示した。付着した生物のうち、端脚類、長尾類、短尾類などは甲殻類とし、フジツボ類、二枚貝類、多毛類に分類した。その他にホヤ類、魚類（キンポ類）が付着（魚類は空間に入る）していることもあった。図8、9に単位面積当りの経過日数と共に付着重量は増大している。このパターンは多毛類でも見られた。

表2 使用した付着板の概要

基質番号	たて(cm)	よこ(cm)	幅(cm)	表面積(m ²)	特 徴	規格番号
1	30	30	4.5	0.234	平板で空隙率 小	230-35
2	30	20	3.5	0.155	“ 大	230-30
3	25	20	15.0	0.336	中空部分あり、空隙率 大	2011
4	30	30	4.5	0.234	サンプルと同一	230-35
5	30	30	4.5	0.234		

表3 付着板の調査期間

調査番号	投入日	引揚げ日	経過日数
I	1985年6月17日	1985年9月14日	89日
II	"	1985年11月27日	162日
III	"	1986年3月26日	282日
IV	1986年6月23日	1986年9月17日	86日
V	"	1986年10月7日	106日
VI	"	1986年11月11日	141日

表4 単位面積当りの付着湿重量 (g/m²)

調査番号と 基質番号	総沈澱量 (cc)	付着乾泥	フジツボ類	甲殻類	二枚貝類	多毛類	ホヤ類	魚類
I-1	555	15.8	4.7	209.0	44.0	1.3	0	0
I-2	1,396	65.2	12.9	158.0	82.0	7.1	0	0
I-3	902	38.4	78.3	50.6	5.4	3.3	0.9	9.8
II-1	2,404	260.0	1,097.0	25.0	61.5	13.2	0	0
II-2	2,010	213.3	652.0	34.5	0	34.0	0	0
II-3	1,288	98.2	597.0	89.0	59.5	6.5	68.2	0
III-1	2,852	95.3	1,206.4	72.6	30.3	70.9	12.8	0
III-2	1,519	150.3	799.4	31.6	20.6	23.9	0	0
III-3	1,752	36.6	1,240.8	148.8	0	37.2	6.8	0
IV-4	724	42.3	20.1	93.6	9.4	10.2	0	0
IV-5	773	60.3	8.1	126.5	3.8	5.6	0	0
V-4	1,786	94.9	235.9	147.0	60.7	18.4	77.4	0
V-5	1,833	128.6	129.5	60.3	16.2	8.9	0	27.4
VI-4	1,690	99.6	315.8	173.5	157.3	17.9	0	0
VI-5	1,932	95.3	250.9	170.9	44.9	17.9	0	0

甲殻類は変動パターンとしては“逆J”あるいは“U”字型を示しているように見える。これは甲殻類の季節出現パターンを反映したものであると考えられる。また、甲殻類の付着量の低下した時期は付着泥増大したときと一致しているので、この影響もあるのかも知れない。

ホヤ類、二枚貝類については一定の変動パターンは認め難い。これらについては、付着板によっては重量の大きい単体が付着していることもあり、単位当りに換算するとこのような結果になったと考えられる。このような“偶然性”を除去するためには、多数の付着板調査を行う必要がある。

次に、マダイの餌料生物と考えられる多毛類は、甲殻類の付着量と付着基質との関係をみると、多毛類では空隙のせまい基質で安定的に湿重量は増加した。

一方、甲殻類では空隙が大きくて同時に中空部のある基板で甲殻類の重量は増加する傾向にあった。

このように、付着基板（空隙の差）と付着量との関係は付着する生物によって異っている。

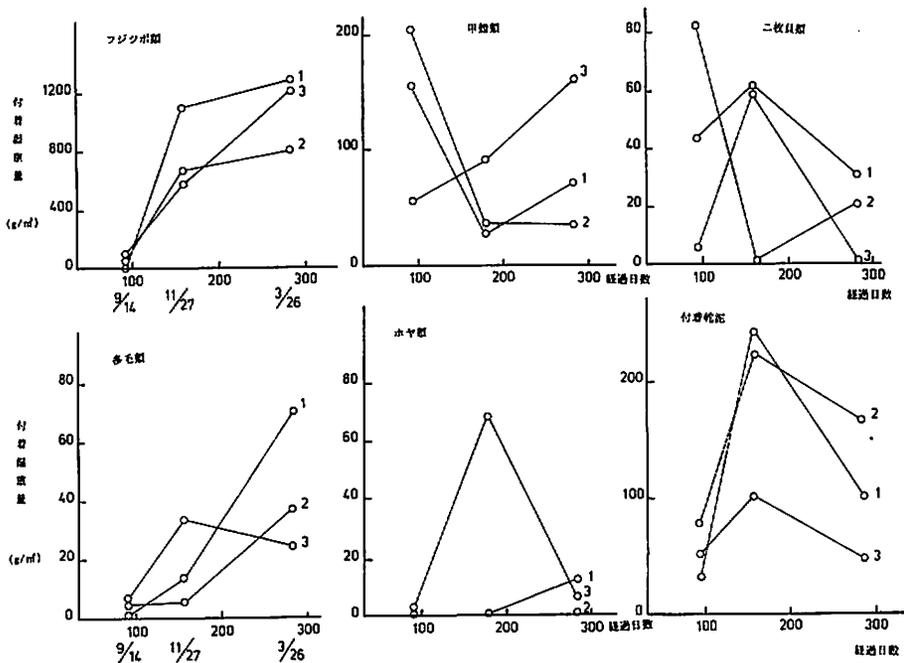


図8 付着湿重量と経過日数の関係
(数字は表3の基質番号に対応する)

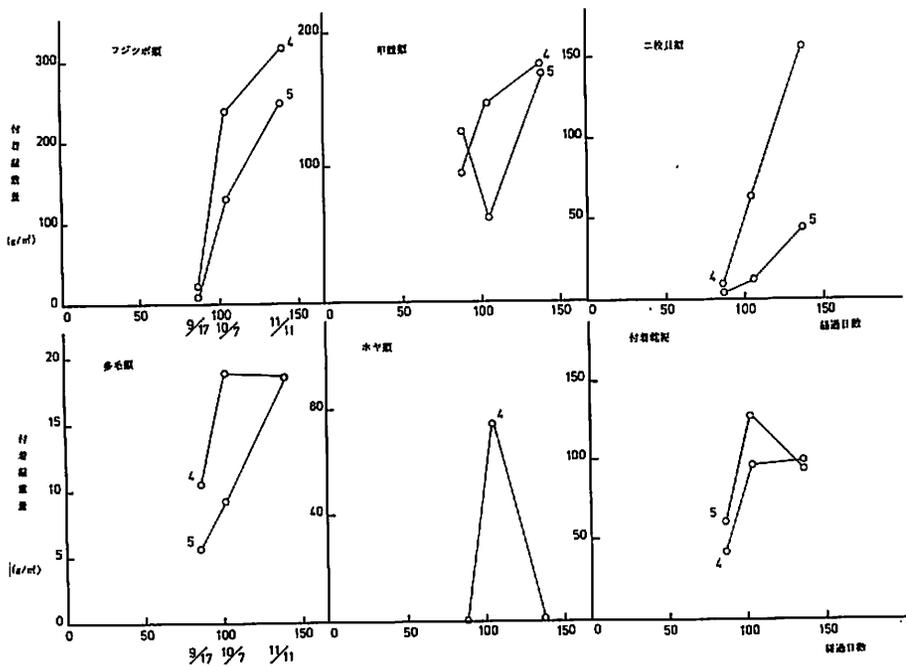


図9 付着湿重量と経過日数の関係
(数字は表3の基質番号に対応する)

マダイの主餌料である甲殻類は9月に基質番号1, 2に多く付着したので, マダイが着底し幼魚となる秋に集中的に基板を取り上げて調査を実施した。基質は基質番号1と2に大きな差が認められなかったことから, ここでは基質番号1を用いた。同時に基質の色による差を検討するため青白の2種類で調査した(図9)。

甲殻類についてみると, 調査番号V-5(基質番号)で減少したが, 9~11月に甲殻類が急増することがわかった。また, 多毛類も増加している。基質の色の差については, 全般に“青”の方が付着重量は多い傾向にあるが, 明瞭な差ではなく, 有意な差かどうかはわからない。以上のような付着板調査によれば, 土木用暗渠排水材を用いた餌料に対してマダイの食性は, 夏から秋にかけては小型甲殻類を, その後, ゴカイ類, エビ類を捕食するので, 幼魚期のマダイは秋に付着量の増大する甲殻類を利用し, その後増加する多毛類を有効に利用することが可能であると推測される。逆にいえば, マダイはこういった自然界の餌料生物の出現変化にうまく適応して餌料とかわりあっているのであろう。

いずれにしても, 土木用暗渠集排水材の餌料培養資材としての効果は期待できると考えらる。基質の差はこの調査だけからは明言できないが, 現在入手可能な素材を使用する限りは付着生物に対する大きな差はないと考えられる。

2) ヒラメ餌料供給施設の検討

ヒラメもマダイと同様, 開発予定海域の砂浜浅海部(水深4 m附近を中心に10 mまで)に10 mm前後の大きさで着底する。初期餌料はアミエビ類で, 成長に従って魚類を捕食する割合が多くなり, 190 mm前後になると全く魚食性となる。ちょうどこの時期に餌を求めて移動・分散してしまい, 今迄濃密に分布していた砂浜部は著しく少くなり, 沖合や礁附近に分布するようになる。従って魚礁を入れ, 小型魚が集ってくるとヒラメにとって良好な餌場となり, 滞留するようになると思われる。

このように礁附近のヒラメ餌料の現存量を推定し, あわせて礁の大きさ, 間隔, 配置と魚群との分布関係を調べるため, 計量魚探による調査を実施した。

調査方法

調査範囲は図1に示した2ヶ所で, E, F, G, Hで囲まれる海域は主として天然礁区, J, K, L, Mの海域は人工礁区である。これらの海域を計量魚探(古野電気社製FQ-50)を使用して走

表5 マアジ換算現存量

期 日	個 体 数	重 量 (ト ン)	海 域
1985年6月	1.5×10^6	18.0	天然礁 (E. F. G. H)
1986年7月	3.9×10^4	0.5	人工礁 (J. K. L. M)
1986年9月	7.9×10^5	9.5	人工礁 (J. K. L. M)

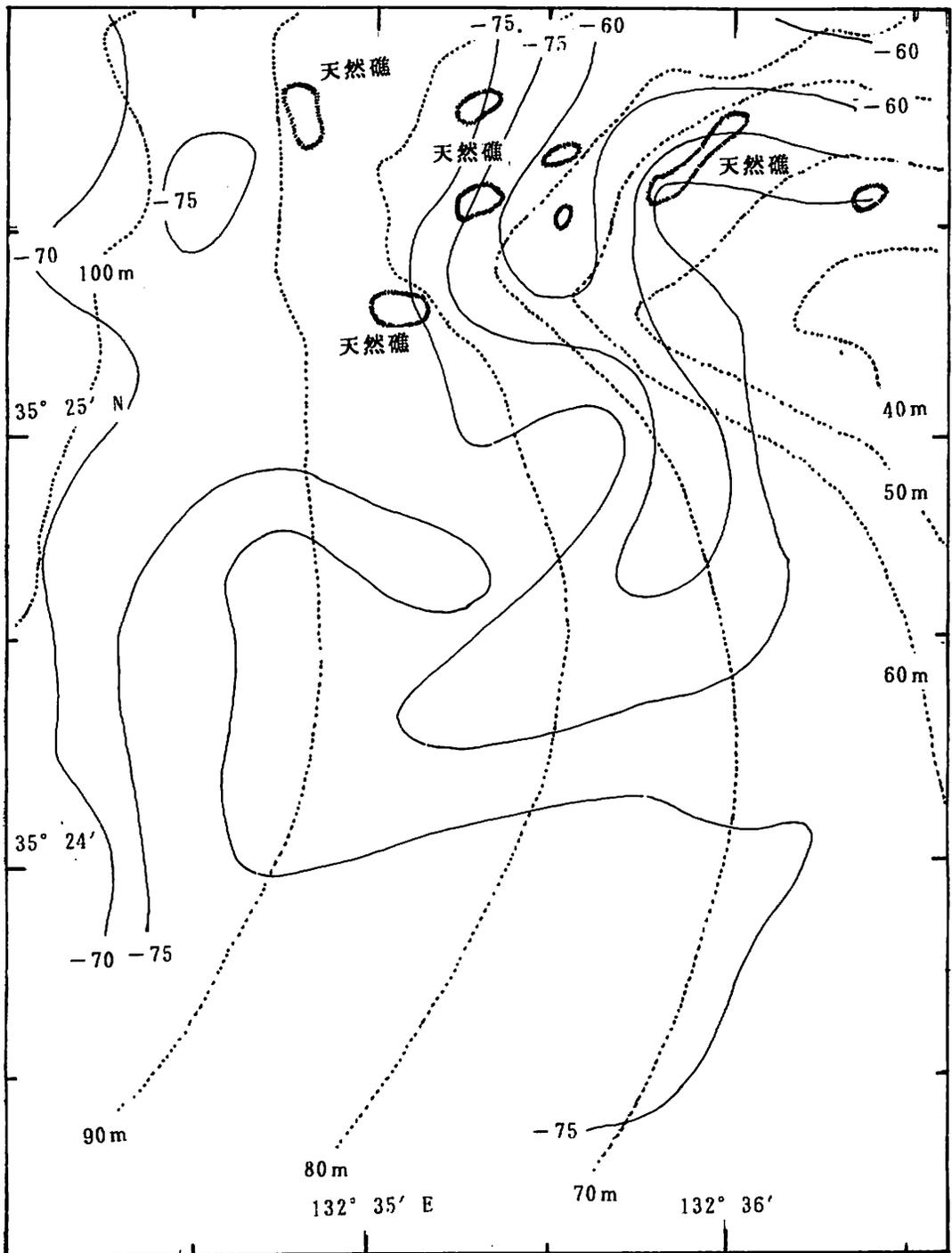


図10 天然礁周辺漁場のSV値の分布 (1985年6月)

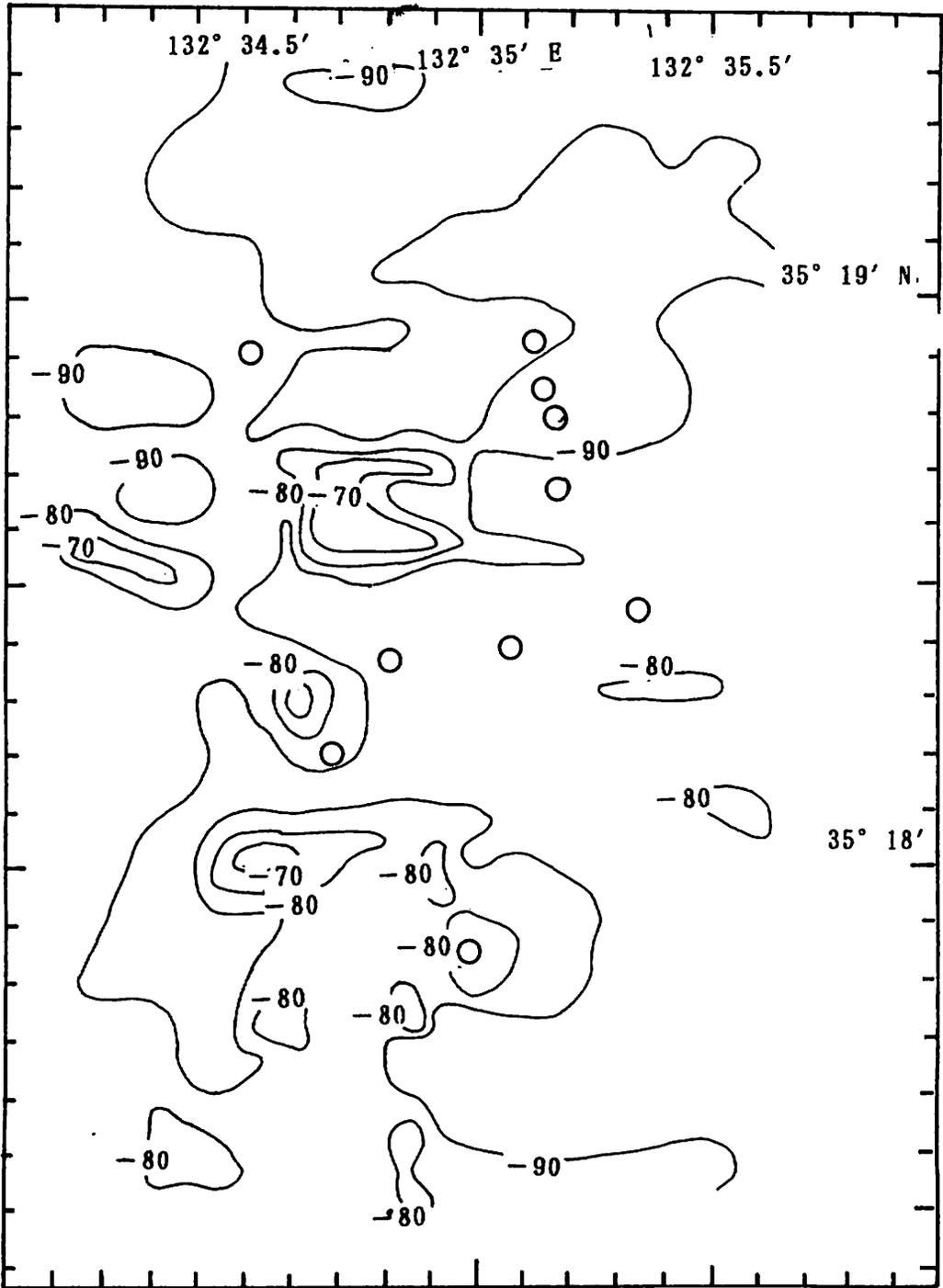


図11 人工礁周辺漁場のSV値の分布(1986年7月)
○は大型礁の沈設位置

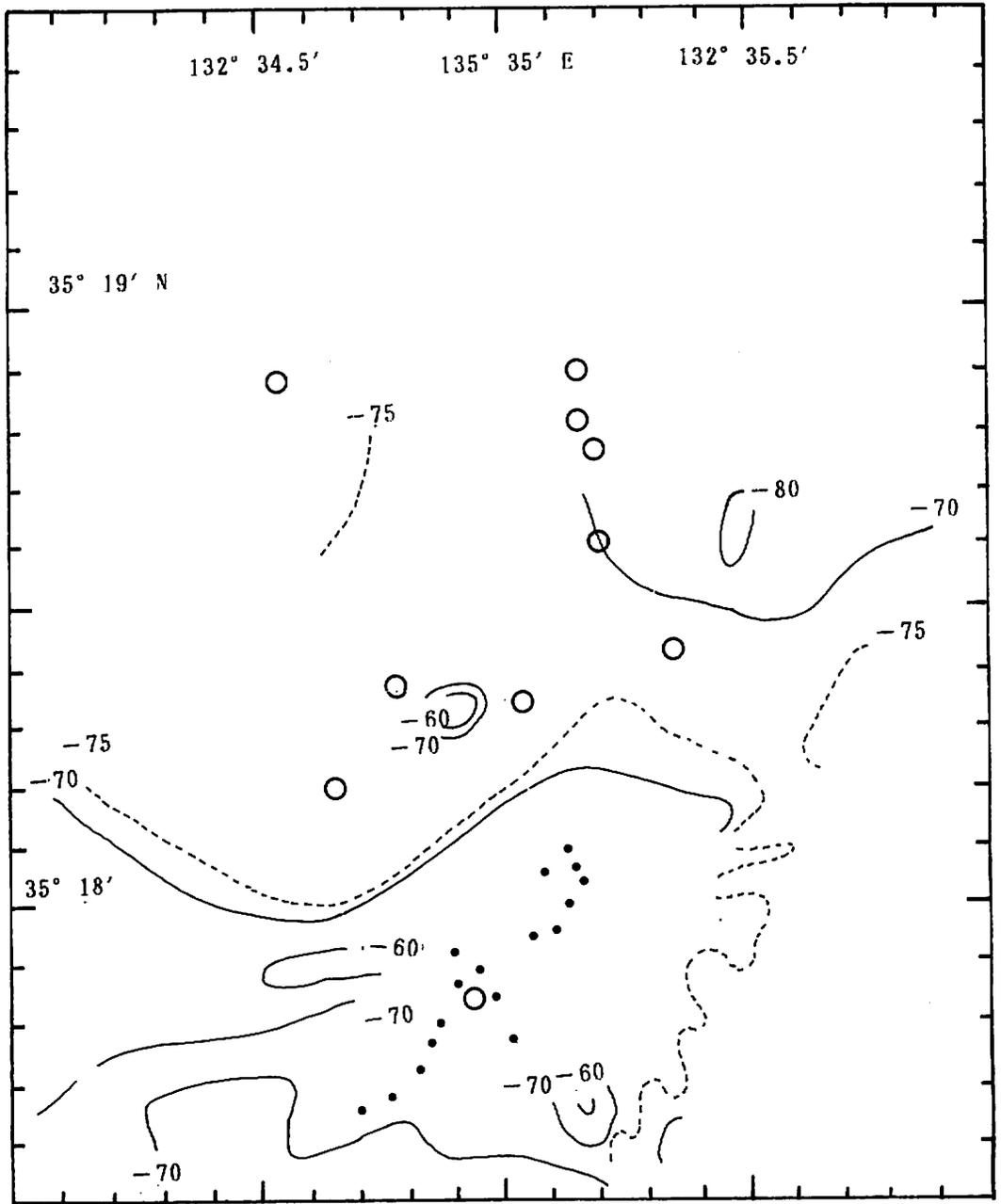


図12 人工礁周辺漁場のSV値の分布(1986年9月)
 ○は大型礁の沈設位置 ・は漁船の操業位置

航した。天然礁区は1985年6月に、人工礁区は1986年7月と9月にそれぞれ行った。

S V 値の測定は水深10m～90m間隔で行った。得られたS V 値のうち、海底の影響の考えられる値は除いて平均値を計算し、その地点のS V 値とした。またS V 値から生物量を求めるため、 $N=10^{0.1(SV-TS)}$ の式を用いたが、TSの値はマアジ(平均体長9cm, 平均体重12g)のTS=-45dBを使用し、現存量を推定した。

調査結果

上述した式を用いてS V 値を生物現存量に換算したところ、表5のようになった。調査年次も異なるので単純な比較はできないが、天然礁区の現存量が人工礁区のそれより高い値を示した。

次に、等S V 線と礁の位置についてみる。まず天然礁区であるが、図10に示したように、急深で海底地形の複雑なところ、すなわち天然礁付近にS V 値の高い反応が見られている。S V 値の走行状態から推定した数百mのオーダーで魚群と天然礁とは関連しているように見える。

一方、人工礁区をみると、7月の調査では人工礁と魚群反応とは必ずしも一致しているようには見受けられない(図11)。9月の調査では6月に比べ全般に魚群量は多かったが、特に魚群の濃密な海域は一本釣り漁船が操業していたためその周辺海域を走航するだけにとどまった(図12)。

漁船の位置をレーダーで観測したが、漁船の分布範囲を魚群の分布範囲と見れば、魚群と関連のあると思われるのは中心となる人工礁から片側約500～600mになった。

3) ヒラメの資源解析

昭和57～59年の3ケ年で調査した当海域のヒラメ資源について、更に精度を高めるため、60～61年の2ケ年で補完調査を行なうこととした。

調査方法

調査海域の沖合を主漁場としている小型底曳網業の漁獲調査を、本業の7～8割を占める和江漁協の市場調査で行った。

昭和60年の月別漁獲量より年級分離し、年間の年級別尾数を用いて土井迅速解析法で資源解析を行った。

調査結果

昨年度、59年度の資料を用いて一応の結果を報告したが、今年度は60年度の資料を用いたことで若干の違いが生じ、それを補足した。全般的には大きな変化ではない。

a) 解析結果

$$\text{全長と年令} \quad Lt = 292.4 (1 - e^{-0.0329(t + 2.003)})$$

$$\text{全長と体重} \quad W = 5.884 \times 10^{-3} \times L^{3.1497}$$

年令別漁獲尾数 $\text{Loge Nt} = 14.114 - 1.3975 t$ ($r = -0.9976$)

資源特性値 $Z = 1.3975, S = 0.247, F = 0.71, M = 0.69, E = 0.38$

資源診断；乱獲

b) その他

漁獲対象に完全に加入してくるのは2才魚からである。1才魚は9月から加入し、12月までのその割合は6.4%であった。

また、標識放流結果(図13)と資源解析結果から稚魚(6月期)～1才魚までの生残率は0.0079(98.8%/day)、天然1才魚の漁獲率は小型底曳漁業で0.38、釣などその他漁場で0.083であった。

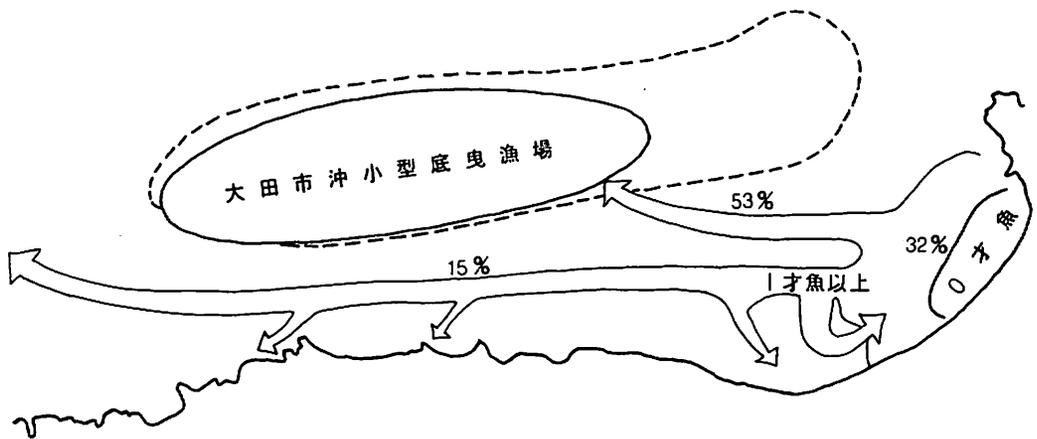


図13 ヒラメ移動状況の模式図