

地域重要資源の有効利用方式開発に関する研究

(2) カタクチイワシ資源調査

吉岡 武志・大村 浩一

筑前海では、カタクチイワシ漁獲量の約90%をあぐり網漁業によって漁獲している。あぐり網漁業は、冬期に福岡湾や唐津湾等の内湾域で操業され、漁獲物のほとんどを「いりこ」に加工して出荷している。この漁業は、ごち網漁業者が冬期の漁閑期を利用して操業する地域が多く、漁獲開始時期等の情報を求める声が大い。そこで、カタクチイワシ資源を有効に利用するため、漁業実態や生態特性を把握し、資源動向の評価に必要な基礎資料の収集を目的とする調査を行った。

方 法

カタクチイワシの漁獲量はあぐり網漁獲資料の整っている福岡市漁協唐泊支所の資料を用いた。

本種の漁況に影響を与える海洋環境要因の1つとして、本種がふ化して間もない仔魚期(10~11月)の水温が考えられており、¹⁾それによる漁況予測の有効性が示唆されている。^{2), 3)}また、本漁業の漁獲対象となる群は8月中旬~10月上旬にふ化したものと推定されており、その時期の対馬東水道域における産卵量が筑前海域の漁獲量に大きく影響することが知られている。⁴⁾毎月実施している沿岸定線調査の水温^{5), 6)}および卵仔魚採集結果を使用し、今期の漁況予測を検討した。

結果および考察

1. 漁況状況

平成8年度の漁獲量は147トンで、前・平年の0.2倍となり、昭和61年以來の不漁となった(図1)。これにともない、1日1統あたりの漁獲量も前・平年を下回った(図2)。

このように不漁となった原因として、稚仔魚期における減耗が考えられる。そのため、稚仔魚期の海洋環境と産卵の状況とをみる。まず、秋季水温と漁獲量との関係(昭和44~平成8年度)を図3に示す。漁獲量は図3の円内にみられるように、10月の水温が21.5~23.0℃で、11月の水温が19.5~21.0℃と、比較的低水温で水温変化が緩やかな年に豊漁となる傾向にある。本年度の10月の水温は23.2℃で、11月の水温は19.5℃と、円内から外れ

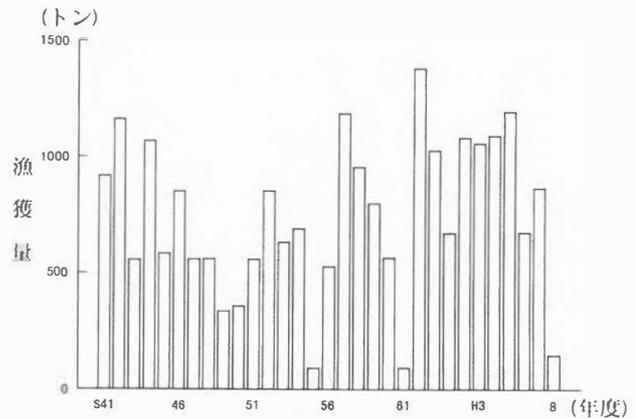


図1 カタクチイワシ漁獲量(唐泊支所)

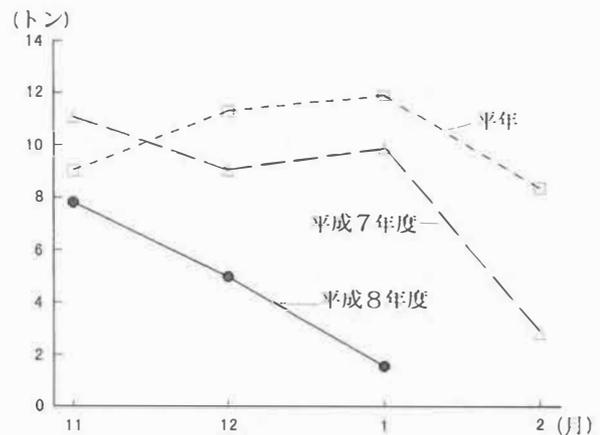


図2 1日1統あたりの漁獲量(唐泊支所)

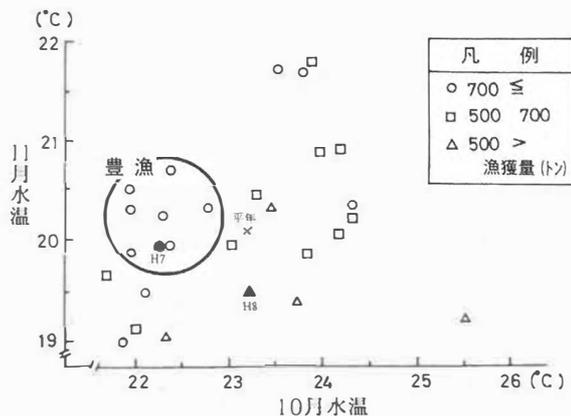


図3 秋季水温と漁獲量との関係

ており、本種にとって好ましくない水温環境であったと考えられる。

また、本年度の対馬東水道域における卵・仔魚の採集状況を図4に示す。本年度の採集数は100粒（尾）で、近年では豊漁となった平成5年に次ぐ多さとなった。

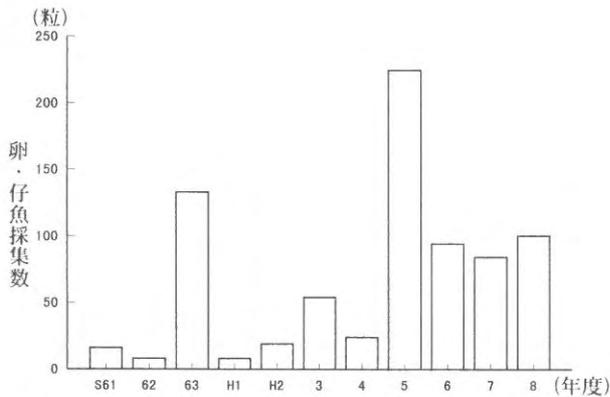


図4 対馬東水道におけるカタクチイワシの卵・仔魚の出現状況（8～10月）

以上のように、本年度のカタクチイワシ資源へのプラス要因として産卵数の多さが、マイナス要因として仔魚期における好ましくない水温環境が挙げられた。さらにマイナス要因として、食害種であるヤズが九州北部～山陰地方にかけて大発生し、9～12月の志賀島定置網では前年の12倍もの漁獲があった。また、餌料となるプランクトン量（玄界島沖）が、本種秋生まれ群の仔魚期にあたる8～11月にかけて例年の2分の1程度と少なく、このこともマイナス要因として働いたものと考えられ、こ

れらのことが絡み合っただけ今回の不漁を招いたと考えられた。

近年、マイワシでは水温が仔魚の生残率に影響し、そのことがマイワシ資源を左右していることが分かってきている。本海域におけるカタクチイワシについても同様のことが起こっているのかもしれない。

今後、本種をとりまく海洋環境の把握および食性、餌生物分布調査等、他県とも協力しながら調査・研究を進めていく必要がある。

文 献

- 1) 秋元 聡：筑前海域におけるカタクチイワシの漁況予測，福岡県福岡水産試験場研究報告第16号，1～6（1990）
- 2) 金澤孝弘・中川 清：地域重要資源の有効利用方式開発に関する研究(3)カタクチイワシ資源調査，平成6年度福岡県水産海洋技術センター事業報告，123～124（1994）
- 3) 金澤孝弘・大村浩一：地域重要資源の有効利用方式開発に関する研究(3)カタクチイワシ資源調査，平成5年度福岡県水産海洋技術センター事業報告，111～112（1994）
- 4) 秋元 聡・中川 清：県報，1号，1993，カタクチイワシ秋生まれ群の出現様式と変動要因，福岡県水産海洋技術センター研究報告第1号，45～49（1993）
- 5) 第65回西海区ブロック漁海況連絡会議資料（1996）
- 6) 第66回西海区ブロック漁海況連絡会議資料（1997）

資源管理等沿岸漁業新技術開発事業

吉岡 武志・濱田 弘之・内田 秀和・吉田 幹英

筑前海における小型底びき網漁業の平成6年の漁獲量と漁獲金額は994トンと10.7億円で、それぞれ筑前海沿岸漁船漁業全体の4%と9%を占める重要な漁業となっている。¹⁾ 本漁業の主要対象漁獲物はエビ類であるが、それ以外にマダイの幼魚が多数混獲されている。²⁾ 資源の有効利用のため、全長13cm未満のマダイ幼魚については再放流が行なわれているが、その作業には労力と時間を必要とする。本事業ではその労力を軽減するために、小型エビ類の漁獲を減少させずにマダイ幼魚の混獲を防止する小型底びき網の漁具・漁法の開発を行い、漁業者へ普及させることを目的とした。

平成7年度の調査では、改良網の検討基礎となる漁業の実態と現行漁具の特性把握を主目的として調査を実施した。また、マダイ幼魚とエビ類の網内における移動経路を把握した。平成8年度には漁具の改良試験を行った。

方 法

調査では前年度の調査結果（マダイ幼魚は網内の上層を、エビ類は下層を移動すると推察（図1中の矢印））を踏まえ、どの網部位から最もマダイ幼魚が網外へ逃避するのかを、網天井部分を粗目（4節角目）にすることによって調査した。

調査海域には前年度と同様に、マダイ幼魚の生育場であり、小型底びき網によるマダイ幼魚の混獲が多い、福岡県粕屋郡新宮町沖の水深15~30mの海域を選定した（図2）。

調査漁具には前年度と同じく、調査海域で操業する新宮相島漁協の漁具を使用した。マダイ幼魚とエビ類の網外脱出部位を調べるため、漁具の天井網部分を角目4節に換え、その上部にカバー網を取り付けたものを使用した（図1）。調査では曳網試験ごとに、図1中の1~6

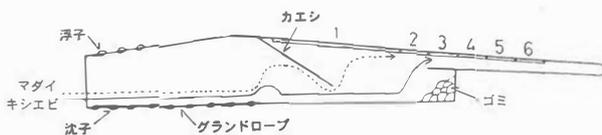


図1 マダイ幼魚とキシエビの推定通過部位および角目4節網地取り付け位置

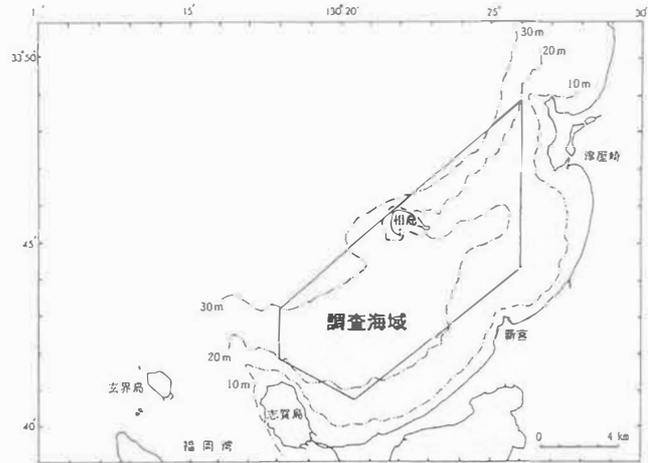


図2 調査海域

番のいずれか1ヶ所を角目4節に張り替え、マダイ幼魚とエビ類の網外への脱出状況（カバー網への入網状況）をみた。曳網試験では以下に示す条件で行った。なお、実施状況は表1のとおりである。

表1 調査日時および網の条件

調査月日	曳網時刻（曳網時間（分））	角目にした網部位 （数字は図1と対応）
7月24日	19:40~20:40 (60)	1
	21:10~22:10 (60)	1
	23:02~23:42 (40)	1
7月31日	15:39~16:57 (59) ^{*1, *3}	1
	17:58~19:02 (64)	1
	19:31~20:36 (65)	1
8月5日	16:04~16:54 (50) ^{*1}	1
	19:20~20:20 (60) ^{*2}	1
	21:02~21:55 (53) ^{*3}	1
9月11日	18:44~19:46 (62)	3
	20:54~21:55 (61)	4
	23:00~00:00 (60)	5
9月12日	19:00~20:00 (60)	5
9月26日	21:03~22:03 (60)	6
	18:41~19:43 (62)	2
	20:41~21:42 (61)	3

※1 昼曳きの調査
 ※2 角目4節網地へライトを照射した調査
 ※3 16:08~16:27の間は曳網を中断
 （※1~3以外は通常の夜曳き調査）

1. 角目網装着部位別の脱出

(1) カエシ網直後の天井網(図1中の1番)からの脱出
平成7年度の調査において、「マダイ幼魚は返し網通過後、上層へ移動する」と推定されたため、返し網直後～魚捕袋前の天井網を角目4節にし、マダイ幼魚とエビ類の角目網からの脱出状況を調査した。調査の時間帯は本漁業と同じ夜間としたが、一部、昼間にも同様の調査を行い、その結果を比較、検討した。

また、昼曳きの結果から、マダイ幼魚の網外への脱出には「明かり」が有効であると考えられたため、粗目部分を照らすようにライトを取り付けて、マダイ幼魚の網外への脱出状況についても調査を行った。

(2) 魚捕袋直前～魚捕袋後部にかけての天井網(図1中の2～6番)からの脱出

マダイ幼魚は、魚捕袋内においてもカエシ網直後の動きと同様の動きをしている可能性があるため、魚捕袋の天井を角目にし、曳網試験を行った。

結果および考察

1. 角目網装着部位別の脱出

(1) カエシ網直後の天井網(図1中の1番)からの脱出

1) 昼曳き

マダイ、チダイ(マダイ幼魚の入網尾数が少なかったため、チダイも併せて考慮)、キシエビ、ツノソリアカ

エビのカバー網、魚捕袋、ゴミ袋への入網尾数を表2に示す。マダイ幼魚では計22尾が漁獲され、その約半数がカバー網へ入網した。このことから、入網尾数は少ないものの、昼曳きの明るい状態においては、マダイ幼魚は天井網からある程度脱出するものと思われた。また、魚捕袋へはマダイ幼魚が1尾入網したのみであったが、この原因は入網したゴミの量が少なかったためであると考えられた(この調査漁具ではゴミが多く入網した状態でない、魚介類が魚捕袋へ入網しない漁具となっている³⁾)。また、エビ類は昼曳きではほとんど漁獲することが出来なかった。

2) 夜曳き

タイ類、エビ類のカバー網、魚捕袋、ゴミ袋への入網尾数を表3に示す。マダイ幼魚は計249尾漁獲されたが、カバー網に入網した尾数は5尾で、全体の2%にすぎなかった。カバー網への入網割合が昼曳きのそれよりも少ない結果となったが、その原因の一つとして、マダイ幼魚が逃避するためには網目が見えるか否かの明るさの違いがあるのかも知れない。

3) ライトを用いた夜曳き

結果を表4に示す。マダイ、チダイでは68尾が漁獲されたが、カバー網へは総漁獲尾数の6%にあたる4尾が入網したのみであった。漁獲尾数が少ないが、ライトを使用しない夜曳きと比較すると、若干ではあるがカバー

表2 タイ、エビ類の網部位別入網尾数(昼曳き)

(尾)						
調査月日	入網部位	タイ類計	マダイ幼魚	チダイ幼魚	キシエビ	ツノソリアカエビ
1996. 7. 31	ゴミ袋	7	7	0	2	0
	魚捕袋	1	1	0	0	1
	カバー	3	3	0	0	0
	小計	11	11	0	2	1
1996. 8. 5	ゴミ袋	7	4	3	1	0
	魚捕袋	0	0	0	0	0
	カバー	7	7	0	0	0
	小計	14	11	3	1	0

表3 タイ、エビ類の網部位別入網尾数(夜曳き)

(尾)						
入網部位	タイ類計	マダイ幼魚	チダイ幼魚	エビ類計	キシエビ	ツノソリアカエビ
ゴミ袋	23	18	5	1,241	553	688
魚捕袋	236	226	10	2,067	606	1,461
カバー	5	5	0	62	20	42
小計	264	249	15	3,370	1,179	2,191

表4 タイ、エビ類の網部位別入網尾数（夜間ライト曳き）

(尾)

入網網部位	タイ類計	マダイ幼魚	チダイ幼魚	エビ類計	キシエビ	ツノソリアカエビ
ゴミ袋	27	20	7	557	89	468
魚捕袋	37	30	7	343	19	324
カバー	4	2	2	28	1	27
小計	68	52	16	928	109	819

網への入網割合が増加した。

また、ビーム部分にライトを取り付け、網口付近を明るくしての曳網調査も行った。その結果を図3に示す。マダイ、チダイ等の入網状況を通常曳網時のそれと比較すると、ライトを取り付けた方が同じかもしくは多い結果となり、この方法を用いてマダイ幼魚の混獲を防ぐことは難しいと思われた。

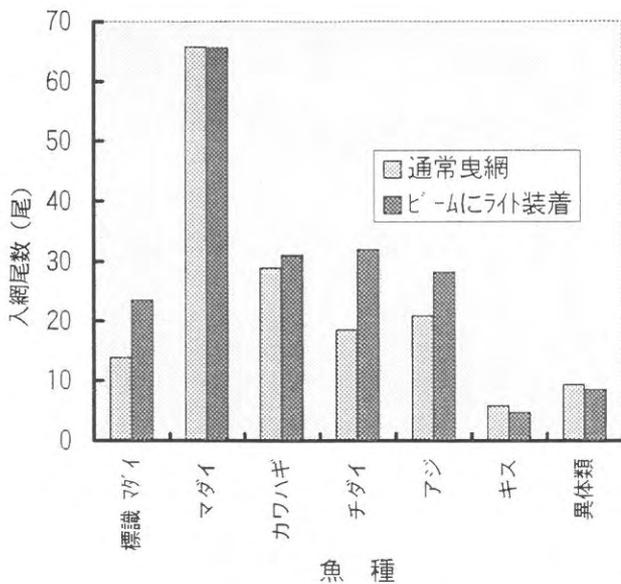


図3 網口におけるライト照射の影響

(2) 魚捕袋直前～魚捕袋後部にかけての天井網（図1中の2～6番）からの脱出

マダイ幼魚とエビ類の総漁獲尾数に対するカバー網入網尾数の割合を図4に示す。マダイ幼魚カバー網への入網割合は、「No.3」において最大の35%となり、それ以降の「No.4～5」においても30%前後と高かった。また、エビ類もそれと同様に、「No.3」以降で高くなり、最大は「No.5」の30%であった。天井網部位別のカバー網入網割合の傾向は両種とも類似しているが、マダイ幼魚はエビ類に比べカバー網入網割合が高い傾向にあった。また、「No.3」と「No.4」における両種のカ

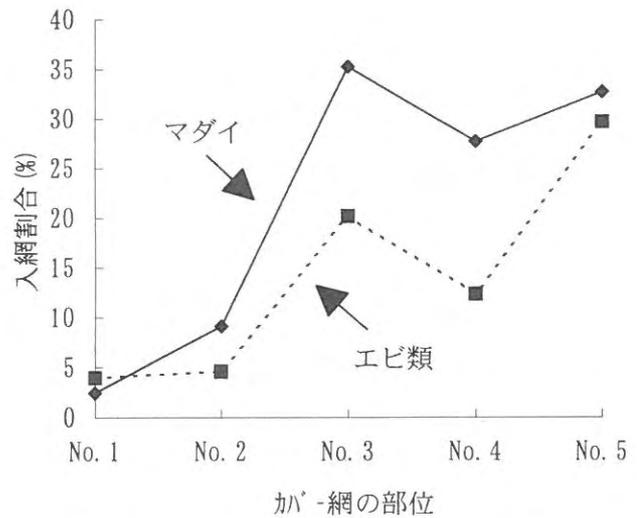


図4 総漁獲尾数に対するカバー網入網尾数の割合

カバー網への入網割合は、それぞれマダイ幼魚の方がエビ類に比べ15%高くなっていた。これらは、返し網後部～魚捕袋直前にかけて、マダイ幼魚がエビ類よりも網の上層を移動している¹⁾こととよく一致しており、魚捕袋においても同様の動きをしているものと推察された。

今後の問題点

1. 現行漁具の特性

部分的な網目の拡大を行うためには、調査海域で漁獲されるエビ類の網目選択性について明らかにしなければならない。

2. 改良漁具の開発

本年度の調査結果から部分的な網目拡大の効果が見込まれる網部位は、魚捕袋入口部よりやや後方付近の天井網部分であると思われた。この結果と前年度の結果（マダイ幼魚は網内の上層を、エビ類は下層を移動すると推察）から、エビ類の網外逃避がなく、マダイ幼魚のみを逃避させるためには、魚捕袋に返し網を取り付けることが有効であると考えられた。また、平成7年度および8年度の調査時の状況を踏まえ、揚網時にマダイを逃避さ

せる手法についても考えられ、来年度はこの2点について検討し、調査を実施していく必要がある。

3. 実証調査

改良網が漁業者に定着出来得るものとなるように、改良漁具製作後には定着化に関するアンケートを実施する必要がある。

文 献

- 1) 第42次福岡農林統計年報(1995).
- 2) 内田秀和, 濱田弘之: 小型底びき網を対象とした目合い拡大および再放流によるマダイ幼魚の保護, 福岡県水産海洋技術センター研究報告, 1-8 (1995).
- 3) 吉岡武志, 濱田弘之: 資源管理等沿岸漁業新技術開発事業. 平成7年度福岡県水産海洋技術センター事業報告, 49-53 (1996).

我が国周辺漁業資源調査委託事業

(1) 資源状況・卵稚仔調査 (アジ, サバ, イワシ類)

吉岡 武志・吉田 幹英・大村 浩一

200海里漁業水域の設定に伴い、全国的規模で漁業資源調査を実施している。本調査は、この一環として筑前海域における重要浮魚資源の漁獲状況および生物特性を把握し、資源豊度の評価や適正利用を行うために必要な基礎資料の収集を目的とする。

方 法

1. 資源状況調査

筑前海域における重要浮魚資源のアジ, サバ, イワシ類を対象に、主幹漁業であるまき網漁業の漁獲量調査、標本船調査および魚体測定を実施した。また、東シナ海での漁業情報^{1), 2), 3)}も含め、資源動向および生物特性を検討した。

2. 卵稚仔調査

図1に示した対馬東水道の1～5の定点において毎月

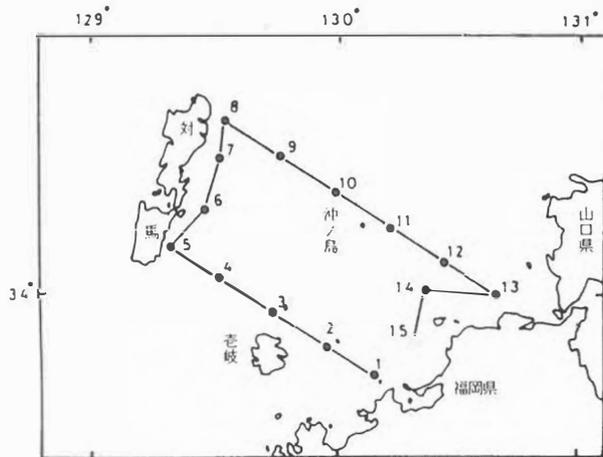


図1 観測点位置

卵稚仔採集調査を行った。また、平成7年3～6月および11月においては6～15の定点においても卵稚仔採集調査を実施した。これと併せて九州山口各県の調査結果³⁾を参考に、重要浮魚類の発生状況を検討した。

結果および考察

1. 資源状況調査

まき網漁業における、主要浮魚3魚種の漁獲量を表に示す。

表 まき網漁業による魚種別漁獲量 (トン)

年	アジ類	サバ類	イワシ類
S.52	766	569	461
53	229	461	730
54	564	348	445
55	727	551	187
56	1,631	553	754
57	1,246	929	1,191
58	1,387	1,401	937
59	516	729	723
60	2,039	768	1,006
61	881	1,081	763
62	2,449	1,643	1,053
63	1,845	1,385	2,212
H.1	937	1,821	2,041
2	3,000	720	1,753
3	4,225	465	1,211
4	2,867	900	605
5	3,564	3,599	734
6	7,248	2,499	1,049
7	3,559	1,548	185
8	5,361	1,701	165

アジ類：8年度の漁獲量は5,361トンで、好漁であった6年度に次ぐ漁獲量となった。5年度以降は3,000トンを上回る漁が続いており、資源豊度は高い水準で保たれていると考えられる。漁獲物組成をみると、7年度と同様に1歳魚が大部分を占めた。

一方、沖合域で操業する大中型まき網漁業の漁獲量も沿岸域と同様に、前年を上回った。漁場は東シナ海南部～対馬沖にかけて形成され、1～2歳魚主体で経過した。資源水準は昭和56年以降増加傾向にあると考えられる。

サバ類：平成5年に3,599トンの好漁を呈した後はやや減少傾向にあり、8年の漁獲量は1,701トンとなった。しかし、5年度以降の漁獲量は1,000トン以上で、0～

1歳の若齢魚を主体に高水準の漁獲が続いている。

東シナ海においては、0～1歳の若齢魚を主体に前年並みで推移した。近年は高い加入が継続しており、沖合域の資源水準は前年同様高いと思われる。

イワシ類：漁獲量は昭和62年度から3年度にかけてマイワシの豊漁であったため1,000トンを上回る高水準であったが、4年度には600トンに減少した。8年度の漁獲量は7年度に続き100トン台となった。マイワシ漁獲は春の北上群を対象としたもので、漁獲物は大羽イワシが主体である。また、九州北西海域の総漁獲量は減少傾向にある。

2. 卵稚仔調査

マイワシ：九州西岸域における卵稚仔は、平成6～8年3月に壱岐水道でまとまって採捕されているが、8年

の再捕数は前年の0.2倍となった。

8年度の西海ブロックにおけるマイワシの総産卵量は19兆粒で、前年の47兆粒から減少しており、資源は減少傾向が続いていると思われる。

カタクチイワシ：秋生まれ群の漁獲は不漁であったが、産卵量は平年並みで、平成4年以降は比較的高い水準にあると考えられる。

本調査によるウルメイワシ、アジ、サバ類の産卵量の推定については、卵稚仔採集例が極めて少ないためできなかった。

文 献

- 1) 第65回西海区ブロック漁海況連絡会議資料(1996)
- 2) 第66回西海区ブロック漁海況連絡会議資料(1997)
- 3) 平成8年度西海区ブロック資源評価会議資料(1997)

我が国周辺漁業資源調査委託事業

(2) 資源状況調査 (ケンサキイカ, ヒラメ, マダイ)

濱田 弘之・内田 秀和

国連海洋法の発効に伴い、ABC (生物学的漁獲可能量) およびTAC (総漁獲可能量) の推定を義務づけられる魚種がそれぞれ選定された。ケンサキイカ, ヒラメ, マダイは西日本における主要魚種としてABCの推定が行われる。これに伴い、本県でも資源解析に必要な漁獲量, 漁獲尾数の推定を行った。

方 法

1. 1996年の漁獲量推定

国が定めたABC推定の作業手順に添うため、以下のような迅速な漁獲量推定手法を実施した。まず、主要な9~12漁協の仕切書データを収集し、標記3種について1996年の月別漁獲量 (D) を集計した。一方、1993年の農林水産統計から前述の主要漁協の漁獲量 (A) が筑前海全体の漁獲量 (B) に占める割合 ($C = A/B$) を算出した。1996年の主要漁協の漁獲量をこの割合で割ることによって、1996年の筑前海全体の漁獲量 (D/C) を算出した。さらに、この値に主要漁協分の漁獲量から算出した月別漁獲割合 (年間を1とした場合の各月の漁獲量の割合) をかけることによって1996年の筑前海全体の月別漁獲量を推定した。

2. 漁獲統計の整理

標記3種について1986~1995年の漁業種類別月別漁獲量を整理し、1996年の推定値と併せて最近11カ年の漁獲量としてまとめた。

3. 年齢別漁獲尾数の算出

ヒラメ, マダイについて、最近11カ年の漁業種類別月別漁獲量と既往の漁業種類別月別年齢組成¹⁾から筑前海における最近11カ年の年齢別漁獲尾数を算出した。

結果と考察

1. 1996年の漁獲量推定

ケンサキイカ: 1996年の筑前海全体の漁獲量は1,102トンと推定され (表1), 最近11年間で最も漁獲量が少ない。漁獲量推定の基とした11漁協の漁獲量が全体に占める割合 (C) は61.8%であった。漁業種類別ではいか釣, 2そうごち網が大半を占めた。月別にみると (表2), 7月に432トンと年間漁獲量の約4割が漁獲され, 6~8月で実に年間漁獲量の6割が漁獲されている。すなわち, 6~8月以外の月は非常に漁獲が少なく深刻な不漁状態であった。このような傾向は釣, 2そうごちの双方に認められた。このように1996年は非常に特異な漁獲傾

表1 福岡県におけるケンサキイカ漁獲量の推定方法

	1993年	1993年	11漁協の 占める割合 $A/B=C$	1996年	1996年
	11漁協合計 A	筑前海合計 B		11漁協計 D	筑前海推定値 D/C
小型底びき網	520	6,000	0.087	700	8,077
まき網	65,370	72,000	0.908	25,235	57,509
敷網	29,860	25,000	1.194	32,045	26,829
刺網	343	3,000	0.114	170	1,487
いか釣	468,431	871,000	0.538	254,658	473,511
その他の釣	2,551	12,000	0.213	2,364	11,120
その他の延縄	0	0		0	0
小型定置網	14,440	71,000	0.203	3,332	16,383
1そうごち網	1,455	4,000	0.364	712	1,957
2そうごち網	204,334	210,000	0.973	491,790	505,427
合計	787,304	1,274,000	0.618	650,416	1,102,301

(単位: kg)

表2 福岡県におけるケンサキイカの漁業種別漁獲量

(単位: kg)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
小型底びき網	0	0	0	0	184	369	737	0	0	0	3,393	3,393	8,077
まき網	0	0	0	0	4,182	12,534	19,268	13,662	5,492	2,188	91	91	57,509
敷網	0	0	0	0	850	3,550	6,166	15,409	63	247	477	67	26,829
刺網	0	0	0	149	0	0	0	1,338	0	0	0	0	1,487
いか釣	27,328	24,195	28,756	18,585	51,294	55,112	117,346	552,677	58,216	22,189	6,732	11,082	473,511
その他の釣	0	0	0	0	1,424	339	6,306	610	407	1,627	0	407	11,120
その他の延縄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小型定置網	1,201	146	146	255	1,675	2,075	8,082	400	146	36	36	2,184	16,383
1そうごち網	0	0	0	0	0	0	1,468	489	0	0	0	0	1,957
2そうごち網	0	0	0	19,605	39,842	105,404	272,271	42,396	9,410	5,823	5,410	5,266	505,427
計	28,529	24,341	28,901	38,593	99,451	179,383	431,646	126,983	73,734	32,110	16,140	22,490	1,102,301

向を示す年であった。

ヒラメ：1996年の筑前海全体の漁獲量は374トンと推定された(表3)。漁獲量推定の基とした11漁協の漁獲量が全体に占める割合(C)は31.8%であり全体の3分の1程度であった。漁業種別では最も漁獲量が多く、刺網が175トン、釣が48トン、小型底びき網が113トンであった。月別にみると(表4)、刺網では1～4月に多く、釣では5～12月に多く漁獲されている。また、小型底びき網では5月と11月にピークが認められる。

マダイ：1995年の筑前海全体の漁獲量は1165トンと推定された(表5)。なお、刺し網と旋網は依存度が低いため推定した漁獲量が異常に高くなったので補正した。9漁協の漁獲量が全体に占める割合(C)は56%と高い比率を占めた。漁業種別では最も漁獲量の多い2そうごち網で524トン、次いで1そうごち網が311トンであった。月別には2そうごち網が5月、1そうごち網が6月、また、まき網が8月に最も漁獲量が多い(表6)。

表3 福岡県におけるヒラメ漁獲量の推定方法

(単位: kg)

	1993年 11漁協合計 A	1993年 筑前海合計 B	11漁協の 占める割合 A/B=C	1996年 11漁協計 D	1996年 筑前海推定値 D/C
小型底びき網	10,717	73,000	0.147	16,598	113,059
敷網	51,904	188,000	0.276	48,228	174,685
その他の釣	31,733	74,000	0.429	20,373	47,509
1そうごち網	1,726	3,000	0.575	7,185	12,488
2そうごち網	11,457	11,000	1.042	9,700	9,313
その他	11,580	25,000	0.463	7,930	17,120
合計	119,117	374,000	0.318	110,014	374,175

表4 福岡県におけるヒラメの平成8年漁獲量推定値

(単位: kg)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
小型底びき網	0	0	0	5,970	31,088	6,066	11,654	11,619	4,590	12,173	23,533	6,366	113,059
刺網	44,848	26,506	55,806	31,386	2,559	2,538	2,161	1,340	1,071	1,440	1,596	3,434	174,685
その他の釣	1,588	891	550	3,087	5,128	3,659	3,597	2,718	5,424	6,583	6,139	8,144	47,509
1そうごち網	0	0	0	0	6,735	3,716	626	229	364	561	234	23	12,488
2そうごち網	0	0	0	3,787	1,803	747	334	317	260	689	392	983	9,313
その他	304	7,572	696	1,347	1,058	830	699	1,191	653	1,112	1,267	391	17,120
合計	46,740	34,969	57,052	45,577	48,370	17,556	19,070	17,415	12,363	22,557	33,161	19,342	374,175

表5 福岡県におけるマダイ漁獲量の推定方法

(単位：トン)

	平成5年			9漁協の 占める割合 A/B=C	平成8年	
	9漁協	合計	筑前海合計		9漁協合計	筑前海 推定値
	A		B		D	D/C
2 そうごち網	458		486	0.94	494	524
1 そうごち網	115		247	0.47	145	311
釣	2		35	0.06	1	35
延 縄	6		75	0.08	3	75
刺 網	5		76	0.07	1	76
小型底びき網	4		19	0.21	3	19
施 網	0		115	0.00	0	115
その他の漁業	0		9	0.00	0	9
総 計	590		1,062	0.56	647	1,165

表6 マダイの平成8年度月別漁獲量推定値

(単位：トン)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合 計
2 そうごち網	0	0	0	15	114	63	54	79	73	50	39	60	548
1 そうごち網	1	0	0	0	44	65	42	47	41	50	39	33	362
釣	0	0	0	1	5	7	1	0	1	1	0	1	18
延 縄	0	0	0	8	10	6	1	1	1	2	4	2	35
刺 網	4	10	2	11	4	10	9	4	5	4	4	5	71
小型底びき網	0	0	0	0	1	0	1	3	3	3	2	1	13
まき網	0	0	0	0	0	0	6	59	8	29	5	0	108
その他の漁業	0	0	0	0	5	0	0	0	2	0	0	4	10
合 計	4	10	3	36	182	151	115	193	133	139	93	105	1,165

2. 漁獲統計の整理

ケンサキイカ：1995年までの10カ年の漁獲量は1,193～1831トンで推移したが、1996年は1,102トンであり、11ヶ年で最低の漁獲量となっている（表7）。なかでも

いか釣の漁獲量が前年の837トンから474トンに激減している。

ヒラメ：最近11カ年の漁獲量は218～392トンで推移しており、漁獲量としては安定して推移している（表8）。

表7 福岡県におけるケンサキイカの漁獲量（1986～1995年）

(単位：トン)

漁業種類	1986年	1987年	1988年	1989年	1990年	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年	1996年
小型底びき網	4	4	9	0	1	3	11	6	5	1	8
まき網	243	179	96	75	81	31	89	72	91	40	58
敷網	65	37	11	26	37	37	27	25	25	0	27
刺網	1	1	2	1	1	4	1	3	3	1	1
いか釣	935	618	729	720	802	965	1,202	871	955	837	474
その他の釣	2	2	11	6	3	3	7	12	2	11	11
その他の延縄	2	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0
小型定置網	18	8	19	16	13	90	143	71	52	56	16
1 そうごち網	4	2	8	8	2	10	9	4	3	17	2
2 そうごち網	556	270	498	402	248	270	272	210	212	503	505
かご漁業	1	1	1	7	4	1	0	0	1	1	0
その他の漁業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合 計	1,831	1,123	1,385	1,262	1,193	1,414	1,761	1,274	1,350	1,468	1,102

1996～1994年の値は福岡県農林水産統計年報による
1995、1996年の値は11漁協の仕切書からの推定値

表8 ヒラメ漁獲量

(単位:トン)

漁業種類	1986	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
小型底びき網	51	47	79	70	42	83	99	73	53	70	113
固定式刺網	45	41	103	99	112	83	154	121	80	140	107
刺網	54	47	47	76	48	43	16	67	72	52	68
その他の釣	77	62	63	61	40	52	66	74	85	69	48
1 そうごち網	3	2	4	1	2	2	4	3	12	35	12
2 そうごち網	9	3	4	5	5	9	9	11	8	8	9
その他	20	16	16	22	14	15	21	25	16	17	17
合計	259	218	316	334	263	287	369	374	326	392	374

しかしながら、努力量は増大傾向にあり、小型魚の再放流や種苗放流が実施されているにも関わらず漁獲量が伸び悩んでいる点に留意しなければならない。漁業種類別では、小型底びき網が前年の70トンから113トンに増大し、固定式刺網が前年の140トンから107トンに減少している。

マダイ：最近10カ年の漁獲量は746～1,240トンで推移しており、前年同様、最近11ヶ年では最高値に近い漁獲

量となっている(表9)。なお、85年以前の過去10カ年の漁獲量は約1,500トンで安定していたので、現在10年前の水準に回復しつつある。

3. 年齢別漁獲尾数の算出

ヒラメ：1995年までの10カ年には56～94万尾が漁獲されていたが、1996年には最近11カ年で最も多い106万尾が漁獲された(表10)。1996年について年齢別漁獲尾数

表9 マダイ漁獲量

(単位:トン)

漁業種類	1986	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
釣	59	71	35	33	44	40	33	35	52	19	35
刺網	92	72	34	46	43	39	32	76	42	76	76
延縄	79	116	70	55	56	94	116	75	69	37	75
1 そうごち網	279	174	180	170	241	197	175	247	276	385	311
2 そうごち網	561	565	515	348	483	570	532	486	587	583	524
小型底びき網	14	7	8	7	15	9	5	19	16	14	19
施網	51	22	20	80	14	33	102	115	40	115	115
その他	9	8	4	7	9	5	6	9	8	11	10
全漁獲量	1,144	1,035	866	746	905	987	1,001	1,062	1,090	1,240	1,165

表10 ヒラメ年齢別漁獲尾数

(単位:千尾)

年齢	1986	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
0	305.5	270.8	424.3	380.9	235.2	433.3	521.9	410.5	338.2	464.3	596.1
1	271.4	231.1	292.8	344.0	243.3	266.7	278.8	356.4	342.3	355.1	365.3
2	48.5	40.1	66.7	64.9	58.5	59.5	89.1	78.5	63.5	85.9	73.8
3	10.4	8.2	14.1	13.7	13.0	12.9	19.6	17.3	13.6	18.6	15.6
4	4.2	3.4	5.2	5.0	4.4	4.7	6.9	6.2	5.3	6.7	5.7
5	2.8	2.3	3.1	3.0	2.2	2.9	3.8	3.5	3.2	3.7	3.5
6	1.2	1.0	1.3	1.2	0.9	1.2	1.6	1.4	1.3	1.6	1.5
7	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
8	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
9	0.4	0.3	0.4	0.4	0.2	0.4	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5
合計	645.0	557.5	808.6	813.6	558.0	782.3	922.9	874.9	768.5	937.1	1,062.7

をみると0歳の漁獲尾数が前年に比べて10万尾以上増加している。0歳、1歳の漁獲尾数は併せて96万尾に達し、0歳と1歳が全体の9割を占めている。

マダイ：1995年までの10カ年には348～1,121万尾が漁獲されているが、1996年には319万尾と過去最低の漁獲尾数となっている（表11）。養殖用幼魚の採捕禁止や全長13cm未満幼魚の再放流などの漁業管理により0歳魚の漁獲尾数が減少傾向にある。漁獲量は高水準を維持

していることから、0歳魚の不合理漁獲が減少し、高齢魚で漁獲量を維持するといった比較的良好な資源の利用状況にあるといえる。

文 献

- 1) 日本NUS株式会社：九州西ブロック資源培養管理対策事業に関わる業務，平成3年度報告書（1992）。

表11 マダイ年齢別漁獲尾数

（単位：千尾）

年 齢	1986	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
0	8,473	4,277	2,058	2,585	4,705	3,697	3,166	4,191	1,200	1,000	880
1	1,654	1,453	1,371	879	1,402	1,498	1,177	1,243	1,413	1,629	1,414
2	795	524	461	402	640	719	561	564	628	690	620
3	168	125	99	90	136	156	123	126	130	147	137
4	31	31	21	25	31	39	33	35	29	37	38
5	24	24	16	20	26	32	27	29	25	31	31
6	20	20	13	16	22	28	22	23	20	25	25
7	16	17	11	13	17	24	19	19	14	17	19
8	12	13	8	10	13	18	14	14	11	13	15
9	7	7	5	6	7	10	8	8	6	7	8
10	3	3	2	3	3	5	4	4	3	3	4
>11	2	2	1	2	2	3	2	2	2	2	2
合 計	11,205	6,496	4,066	4,051	7,007	6,229	5,156	6,258	3,479	3,603	3,193

海洋牧場新技術導入事業

(1) 天然魚の蛸集調査,人工種苗の滞留調査

濱田 弘之・内田 秀和・大村 浩一・吉田 幹英・吉岡 武志・二島 賢二

本研究所では、マダイ資源の回復を目的として、マダイ幼魚の生育場である新宮沖海域を海洋牧場化するための調査を進めている。その一環として、天然魚、放流魚を音響馴致し、あるいは保育礁に蛸集させることによってその周辺へ滞留させ、周辺の漁業による混獲を減じる構想を立て、平成6年度から海洋牧場新技術導入事業を開始した。

本年度は最終年度であるので3ヶ年の調査結果を総括して報告する。

方 法

本事業の調査の目的は大きく2つに分けられる。一つは音響馴致種苗（人工魚）の放流効果を明らかにすることであり、もう一つは天然魚に対する保育礁、滞留礁および音響給餌ブイの集魚効果を明らかにすることである。この目的に添って、種々の調査を行った（表1）。さらに、音響給餌システムの改良も行った。

1. 試験区の設定

上述の目的を達成するために、以下に示すとおり試験区を設けた。

調査海域は福岡市東区奈多沖であり、既設の保育礁2ヶ所を選定し、一方の保育礁中央部に音響給餌ブイを設置した（図1）。保育礁構造物は6m×6m、高さ1.2mの台形、中空であり、これが54×114mの範囲内に50基設置してある。保育礁に設置した給餌ブイでは、給餌1分前から給餌終了時まで220Hzの単音を断続的に発信し続けた。給餌ブイでの投餌回数は1日4回（8, 10, 14, 16時）、投餌量は1回当たり2～4kgであり、海底へ沈降した残餌の量を考慮して調節した。なお、音響給餌にはマダイ用のドライペレットを使用した。また、比較対象として2つの試験区の周辺の砂地の海域でも調査を行った。

2. 音響馴致種苗の放流効果

放流時の全長別に効果を把握するため、平均全長39, 56, 66, 94mmの種苗を腹鰭カットあるいはH型タグで

表1 調査項目・方法と実施年度

調査項目と方法	実施年度		
	平成6年度	平成7年度	平成8年度
1. 音響馴致種苗の放流効果			
(1) 音響給餌時の放流魚の反応			
①音響馴致魚の標識放流	●	●	
	39, 56, 66mm	(94mm)	
②潜水観察			
③ビデオ撮影	●	●	
(2) 放流魚の滞留割合			
①礁間の砂地のライントランセクト調査	●	●	
②保育礁構造物への蛸集数計数	●	●	
③食害魚の胃内容物調査	●		
2. 天然魚に対する保育礁、滞留礁及び音響給餌ブイの集魚効果			
(1) 給餌ブイ直下における反応			
①潜水観察	●	●	●
②ビデオ撮影	●	●	●
(2) 音響給餌ブイと保育礁の効果			
①礁間の砂地のラインランセクト調査			
②保育礁構造物への蛸集数計数	●	●	●
③周辺の小型底びき網調査	●	●	●
(3) 広域あるいは長期の効果			
①音響給餌ブイ区、保育礁、砂地3点への同時標識放流			●
②礁間の砂地のライントランセクト調査			●
③保育礁構造物への蛸集数計数			●
(4) 滞留礁と音響給餌ブイの効果			
①潜水観察（潜水業者）	●	●	
3. 音響給餌システムの改良			
(1) ホース給餌試験			
①潜水観察	●	●	
(2) ホース給餌システムの実用化			
①潜水観察	●		
4. 生物学的知見			
(1) 成長に伴う魚礁性の変化			
①礁間の砂地のライントランセクト調査		●	●
②保育礁構造物への蛸集数計数		●	●
③周辺の小型底びき網調査		●	●

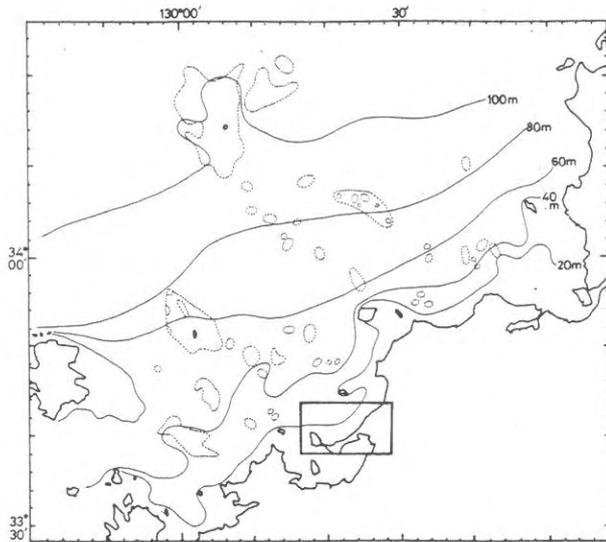


図1 調査海域図

標識して放流を行った。

(1) 音響給餌時の放流魚の反応

放流された人工種苗が放流直後あるいは給餌時にどう動くかを確認するために、放流時および音響給餌時に潜水観察とビデオ撮影を行った。

(2) 放流魚の滞留割合

放流魚（人工種苗）の滞留割合を経時的に調査するために、潜水調査を行った。保育礁構造物については、任意に数基～十数基の構造物を選択し、その周囲を遊泳しつつ、肉眼でマダイを計数した。保育礁構造物間の砂地については長さ50mのロープ2本を給餌ブイから北東方向と南西方向にそれぞれ設置して、その左右50cmに分布するマダイを計数した。これらを保育礁域内の構造物、礁間の面積で引き延ばすことにより、保育礁域全体の滞留尾数を算出した。また、食害が観察されたヒラメについて刺網や銚突きで採集し、胃内容を調査した。

3. 天然魚に対する保育礁、滞留礁および音響給餌ブイの集魚効果

(1) 給餌ブイ直下における反応

時期別（サイズ別）の蝟集状況や給餌時の摂餌状況を調査するために潜水観察を行った。潜水観察した当日の日没後に小型底びき網で試験区の周囲を曳網してマダイを採集し、天然マダイの全長を把握した。

(2) 音響給餌ブイと保育礁の効果

保育礁と保育礁に音響給餌ブイを設置した2つ試験区および保育礁周辺の砂地の海域における天然マダイの分布密度を調査して比較することによって音響給

餌ブイと保育礁の集魚効果を検討した。

2つの試験区における分布密度は、以下のとおり算出した。試験区内の保育礁構造物については、任意に数基～十数基の構造物を選択し、その周囲を遊泳しつつ、肉眼でマダイを計数した（図2）。保育礁構造物間の砂地

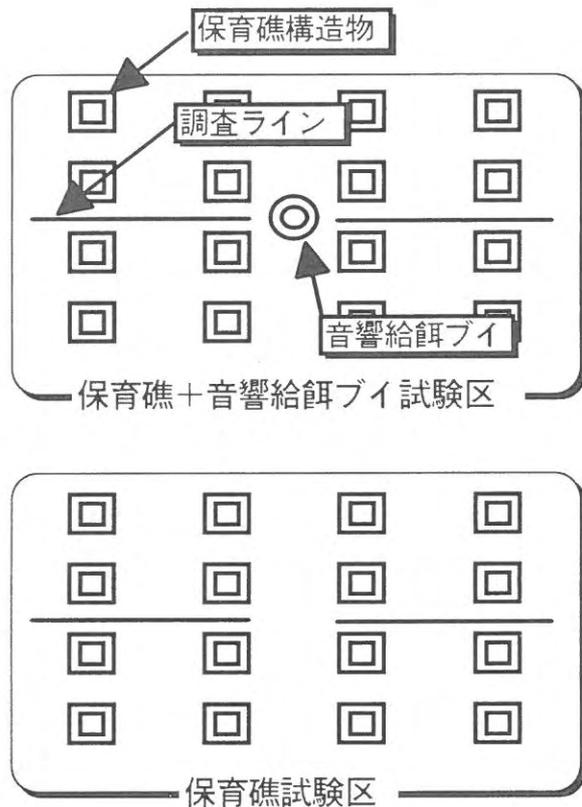


図2 試験区模式図

については長さ50mのロープ2本を給餌ブイから北東方向と南西方向にそれぞれ設置して、その左右50cmに分布するマダイを計数した。これらを試験区内の構造物、礁間の面積で引き延ばすことにより、試験区域全体の滞留尾数を算出し、分布密度を得た。周辺の砂地については、小型底びき網の曳網によって推定した。1回の曳網時間は50～60分間、曳網速度は2.5～3.0ノットであった。採集尾数に入網率および選択率の推定値を乗じ、曳網面積で除することによって単位面積当たりの分布密度を算出した。

(3) 広域あるいは長期の効果

前項での効果試算は試験区内だけの分布密度から算出したものである。しかし、試験区は54×114mの非常に狭い範囲なので、その周辺海域へも効果範囲は及んでいる可能性が高い。そこで2つの試験区と砂地の3点において天然マダイに色の異なる標識を装着して放流し、3

地点間の移動を調査した。砂地の放流位置は他の2つの試験区とともに正三角形の頂点をなすような両試験区から等距離の位置とした。各放流点間の距離は約1kmであった。放流日は平成8年9月12日であり、放流時の平均全長は112mm、放流尾数は6,100~7,300尾であった。調査手法は前項と同様の潜水調査によった。また、翌年(平成9年)の再捕結果から長期的な効果を考察した。

(4) 滞留礁と音響給餌ブイの効果

冬季にはマダイ幼魚は深みへ移動するといわれていることから、マダイ幼魚の沖への拡散を減じるため、冬季に水深40mの海域にある滞留礁上に音響給餌ブイを設置し、両者の相乗効果でマダイを滞留礁で越冬させる試験を行った。水温の低下する2月に潜水者による目視観察による調査を行った。

4. 音響給餌システムの改良

(1) ホース給餌試験

試験区周辺海域の水深は17mあり、音響給餌時の潜水観察によってブイ直下に配合飼料を落下させるとマアジによる奪取割合が非常に高くなることが明らかになったので、サクシオンホースを利用して、海底に近い所から餌を給餌する手法を検討した。まず、音響給餌ブイ付近の船上からサクシオンホースを水面下10mまで垂らし、その上にロートを取り付け、海水と配合飼料を流し込んで給餌を行い、マダイやマアジによる給餌の状況を潜水によって目視観察した。その際、サクシオンホースの先にスピーカーを取り付けて給餌音を流した。

(2) ホース給餌システムの実用化

上記の試験で、サクシオンホースを水面下10mまで垂らして給餌するとマアジによる奪取割合が減少し、マダイ稚魚が餌を摂餌する機会が増すことが明らかになったので、ホース給餌システム(図3)を音響給餌ブイに付加した。音響給餌ブイにおける餌の落下部位にロートを取り付け、ロートの先にサクシオンホースをつないだ。餌がロートやホース内に溜まらないようにするため、ポンプを取り付け、音響給餌時に海水がロートを回転しながらホース内に流れ込むようにした。平成7年8月以降は全調査期間を通じてこのホース給餌システムを使用した。

5. 生物学的知見(成長に伴う魚礁性の変化)

試験区の調査結果から、砂地と保育礁構造物へのマダイの分布密度域を成長段階毎に比較した。

保育礁試験区において礁間の砂地と保育礁構造物の分

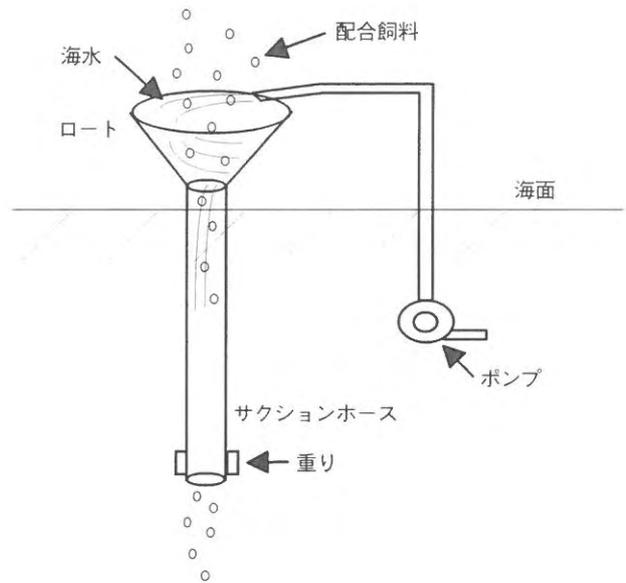


図3 ホース給餌システム

布密度を比較した。調査回次ごとに任意に3~9個の保育礁構造物を選び、保育礁構造物の周囲と内側を周回して保育礁の周囲2m以内への分布数を目視計数した。また、保育礁構造物間の砂地に100mのロープを張り、両側50cm以内のマダイ幼魚の数を計数した。その際、10mごとに区切って計数を行い、保育礁とロープが3m以内に近接する地点を含む区間を除外して砂地の分布密度を算出した。さらに、潜水調査を実施した日の日没後に、小型底びき網で保育礁の周囲を曳網してマダイ幼魚を採集し、マダイ幼魚の体長を把握した。小型底びき網の袋網の目目は14節であったが、小型魚が網目から抜けるのを防ぐため、7月上旬までは袋網の外側にモジ網を装着した。調査結果から全長と人工魚礁への分布指向の関係を数値化するために、下に示した魚礁性指数を算出した。

魚礁性指数 = 保育礁の分布密度 / (砂地の分布密度 + 保育礁の分布密度)

結果および考察

1. 音響馴致種苗の放流効果

(1) 音響給餌時の放流魚の反応

まず、放流時の反応をみると、全長39mmおよび56mmの種苗におけるカゴを用いた海底からの放流では、給餌音が鳴り始めるとマダイはカゴ内上部に集まった(図4)。また、カゴを開くと一部のマダイは海底から数メートル上方まで遊泳していくが、その後再び海底に戻り、水面直下の餌が落ちる位置まで上昇する個体は全く認められなかった(図5)。放流数日後の給餌時の反応

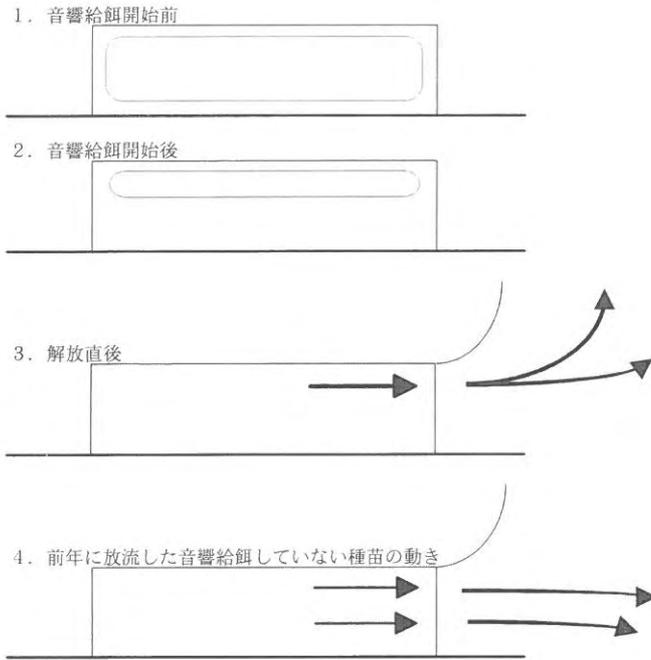


図4 カゴを用いた放流時の音響給餌に対するマダイの反応

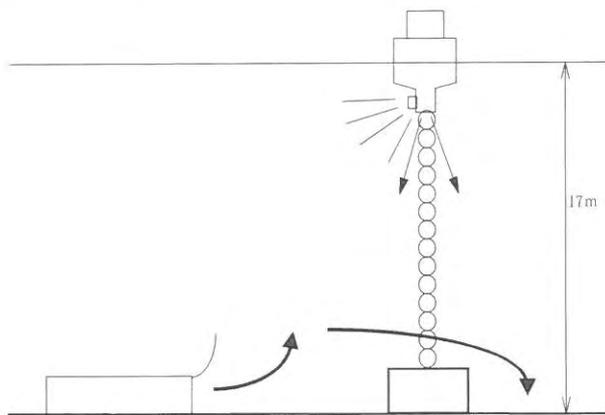


図5 カゴを用いた放流時のマダイの動き
(全長 39, 56mm)

では、全長39mmおよび56mm放流群の場合、音響給餌への反応は非常に鈍く、海底付近に落下してきた餌をついばむ程度であった。これに対し、全長66mmおよび94mm放流群の場合には給餌口付近まで上昇して盛んに摂餌する個体が多数認められた(図6)。この傾向は94mm放流群の方が強かった。給餌口付近ではマアジが多数摂餌していたが、これらの放流群はマアジに混じって盛んに摂餌した。

このように大型の放流群ほど給餌ブイのある海面付近まで上昇して摂餌する個体が多く観察された。保育礁域での放流魚の滞留率も大型群ほど高かった。この原因として、①馴致期間の違いによる馴致度合いの差があった。

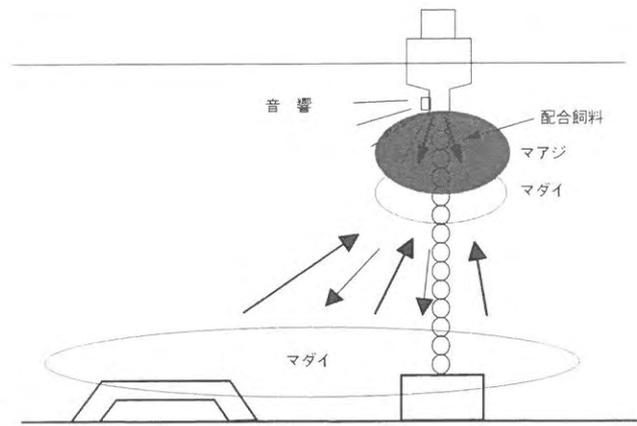


図6 音響給餌時のマダイの動き
(全長 66, 94mm)

あるいは、②水深17mの海底から水面のブイまで上昇し、マアジと競って摂餌をするための、遊泳力や活動範囲が小型の放流魚では足らなかった。などが考えられる。放流種苗は同時期に沖出しし、中間育成時に音響馴致を行ったので大型の放流群ほど馴致期間は長かった。しかし、最も音響馴致期間が短かった第1回放流群でも2週間以上の馴致を行っており、中間育成時の観察でも音響によく反応していたことから①が主要原因であるとは考えにくい。給餌を行っていない時の潜水観察では放流魚、天然魚ともに小型のものは砂地に分布して海底から50cm程度しか離れなかったが、大型になるにつれて海底から離れる距離が大きくなり、海底の構造物などの周りに分布するようになるなど行動圏が立体的になり、広がっていたことから、大型魚ほどよく滞留してブイ付近まで上昇して活発に摂餌したのは、全長による遊泳力や行動範囲の差に起因していると思われる。

(2) 放流魚の滞留割合

全長94mmのマダイの滞留割合は10日後には15.2%であり前年の56mm放流群と大差なかったが、その後の滞留割合は20日後に11.6%、2ヶ月後に10.4%であり、10%強で安定している(図7)。これに対し、56mm放流群では10日以降も滞留割合が減少し続け、2ヶ月後にはほとんど観察されなくなっている。このように100mm以下の全長では、放流時の全長が大きいほど滞留割合が高くなっている。今回の調査では、音響給餌ブイを設置した保育礁域に限って滞留尾数を推定した。したがって、保育礁域の周囲にも放流魚が滞留している場合には滞留割合から除外されていることになる。このことから今回の試算は過小評価になる可能性が高く、逆に過大評価にはなりにくい。

人工種苗の音響給餌放流は逸散防止、生残率向上によ

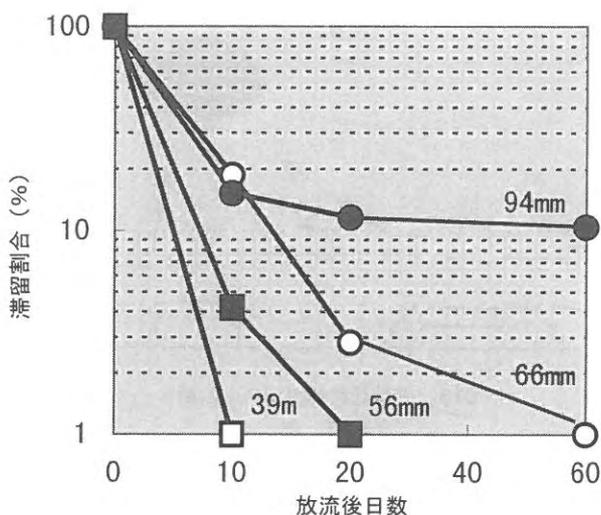


図7 全長別音響馴致放流マダいの滞留割合

る回収率向上を目的として実施される場合が多いが、そのような場合には全長90mm以上での放流が望ましいと考えられた。

平成7年6月10日から8月19日まで計7回の採集調査で合計51尾のヒラメが採集された。採集されたヒラメの全長のモードは6月には27cm、7月には29cm、8月には31cmであり、大部分が25~35cmの範囲にあった(表2)。このうち、22尾(43%)のヒラメが合計37尾のマダいを捕食しており、うち、24尾が腹鰭カットあるいはH型タグによる標識から放流魚と確認された(表3)。1尾当たりの平均捕食尾数は0.73尾であった。H型タグを装着した66mm放流群の放流後に捕食されていたマダいはすべて放流魚であり、それ以前に放流魚と確認できなかったものは、すべて消化が進んでいた個体であり、腹鰭カットの有無を確認することはできなかった。

このようにヒラメに捕食されていたマダいは放流魚が中心であった。潜水調査でも天然魚は食害種や周囲の動きに敏感であるのに対し、放流魚はヒラメの鼻先を遊泳

表2 採集したヒラメの全長範囲

	6月	7月	8月
250mm	1尾	1尾	1尾
270	2	7	1
290	2	12	3
310	0	7	5
330	0	1	4
350	0	0	3
>350	0	0	1
合計	4	27	17

表3 給餌ブイ付近で採集したヒラメによるマダいの捕食数

採集月日	採集法	ヒラメ採集数	マダいを捕食していたヒラメ数	捕食されたマダイ数	1尾当たりマダイ捕食数
94.6.10	刺網	5	1	3 (0)	0.60 (0.00)
7.8	潜水	13	7	11 (7)	0.85 (0.54)
7.8	刺網	14	5	8 (2)	0.57 (0.14)
7.29	潜水	1	1	2 (2)	2.00 (2.00)
8.4	潜水	9	6	9 (9)	1.00 (1.00)
8.9	潜水	5	1	3 (3)	0.60 (0.60)
8.19	潜水	4	1	1 (1)	0.25 (0.25)
合計		51	22	37 (24)	0.73 (0.47)

カッコ内は標識によって放流魚と判別できたマダイ数

するなど食害種に対して無警戒であり、動きも天然魚に比べて緩慢であったことから、今回ヒラメの胃内容として確認されたマダいはすべて放流魚であった可能性が高い。食害種であるヒラメの全長は30cm前後であったので、今後人工種苗を用いた放流を行う場合には30cm前後のヒラメの食害対象となる全長を超えた時点で放流するか、あるいは、食害種に対して逃避行動をとるなど天然環境に適応できるよう種苗を馴致して放流するなどの対策が必要であると考えられる。

2. 天然魚に対する保育礁、滞留礁および音響給餌ブイの集魚効果

(1) 給餌ブイ直下における反応

観察者が潜水して給餌ブイ直下に待機し、音響給餌機を作動させて音響給餌ブイ直下における天然マダいの給餌に対する反応を調査した(図8)。全長が50mmに満たない7月上旬までは給餌された配合飼料を摂餌する個体は観察されなかった。全長が60~70mmとなる7月中下旬には50尾前後が海底付近に落下してきた配合飼料を摂餌するのが観察された。全長が80~100mmとなる8月には摂餌に集まる天然マダいの数はさらに増え、海底だけでなく給餌口付近まで浮上して摂餌する個体が観察された。全長が100mmを超える10月には500尾以上が底から給餌口にかけて蟄集し、特に給餌開始時には給餌口付近に集中して濃密な群となり盛んに摂餌するのが観察された。

この結果は人工種苗の音響馴致放流の結果と比較すると給餌口付近まで上昇して盛んに摂餌するサイズがやや大型であるものの、全体の傾向としては類似している。人工種苗、天然魚にかかわらずこのような傾向を示すのは、やはり大型になるにつれて行動圏が立体的になり、広がっていたことからみて、全長による遊泳力や

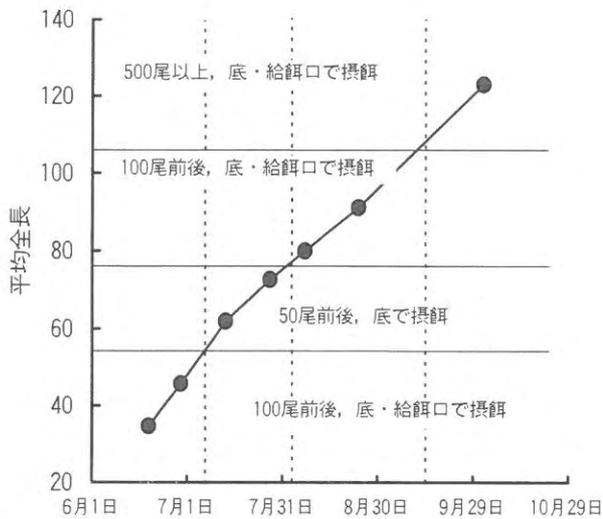


図8 天然マダイの成長に伴う、給餌ブイ直下における摂餌状況の変化

行動範囲の差に起因していると思われる。

(2) 音響給餌ブイと保育礁の効果

小型底びき網調査と潜水調査から砂地、保育礁域、給餌ブイを設置した保育礁域における天然マダイの分布密度を推定し、マダイ幼魚の月別混獲尾数と比較した(図9)。小型底びき網調査から推定した砂地における天然マダイの分布密度は6月に最も高くマダイが成長するに従って急激に減少した。保育礁域でも6月に最大となり、7月にも約250尾/m²と高い値を示したが、その後減少した。ここで保育礁における分布密度から砂地における分布密度を差し引いた値を保育礁の効果とし、音響給餌ブイを設置した保育礁の分布密度から保育礁の分布密度を差し引いた値を音響給餌ブイの効果とすると、保育礁の効果は7、8月に高い値を示すのに対し、給餌ブイの増集効果は9、10月に非常に高くなる。このように増集効果が最大となる時期はそれぞれ異なっており、成長段階によって砂地、保育礁、給餌ブイの増集効果が異なることが明らかとなった。一方、小型底びき網によってマダイ幼魚が混獲される時期をみると、7、8月が最も多く、この時期の幼魚保護が重要であることが分かる。この時期に最も増集効果を発現するのは保育礁であった。なお、音響給餌ブイの効果が最大となる10月は天然マダイが沖の深場に移出する時期であり、音響給餌ブイは浅場への増集時期を延長する可能性が高いと考えられた。

(3) 広域あるいは長期の効果

2つの試験区と砂地の3地点で放流した種苗の放流地点間の移動を比較すると、1ヵ月後の滞留割合は給餌ブイ+保育礁区では25.4%であり、この中には保育礁放流

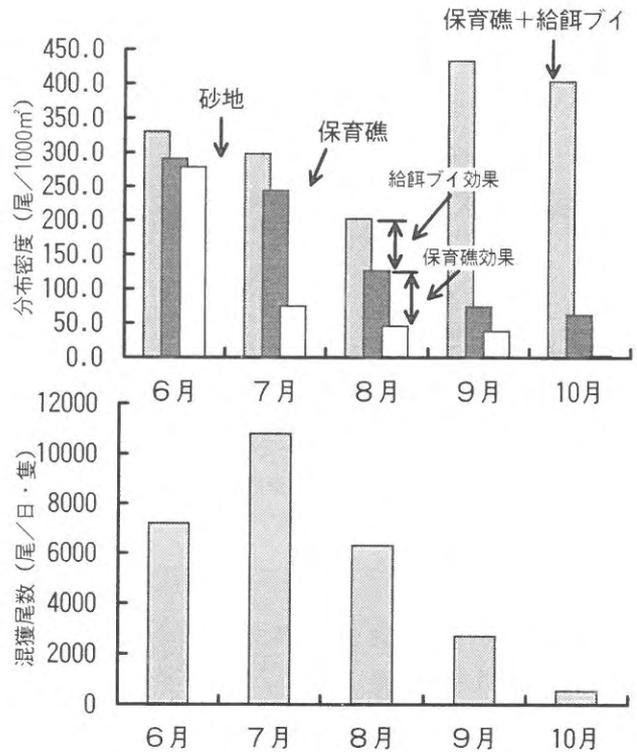


図9 各試験区への天然マダイの分布密度と小型底びき網による混獲尾数

群の8.0%、砂地放流群の5.4%が含まれていた。保育礁区では1ヵ月後に15.2%が滞留していた(表4、5、図10)。このうち、2.3%が給餌ブイ放流群であり、0.8%が砂地放流群であった。このように砂地放流群は給餌ブイ試験区に多く移動した。砂地の放流点では全く滞留していなかった。給餌ブイ区と保育礁区では相互に移動が

表4 各放流地点の滞留尾数と放流地点間の移動

	放流尾数	1ヵ月後の滞留尾数	給餌ブイからの移動	保育礁からの移動	砂地からの移動
給餌ブイ+保育礁	6,146	1,560		493	329
保育礁	6,833	1,041	160		53
砂地	7,267	0	0	0	

表5 各放流地点の滞留尾数と放流地点間の移動の相対値

	放流尾数に対する相対値 (%)			
	1ヵ月後の滞留割合	給餌ブイからの移動	保育礁からの移動	砂地からの移動
給餌ブイ+保育礁①	25.38		8.02	5.35
保育礁②	15.23	2.34		0.78
砂地③	0.00	0.00	0.00	0.00
①/②	1.67			6.90
(②→①)/(①→②)	3.43			

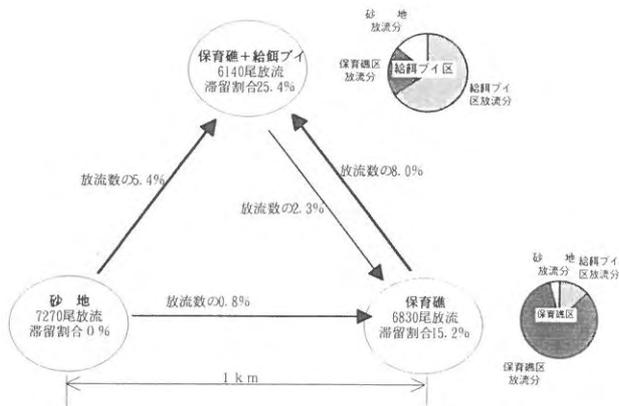


図10 等距離にある給餌ブイ+保育礁、保育礁、砂地において同時に標識魚を放流した1ヵ月後の移動状況

認められたが、保育礁区から給餌ブイ区への移動が、その逆の移動の3.43倍に達しており、給餌ブイへの移動が卓越していることがあきらかになった。

以上より、給餌ブイが効果を発現する9、10月、すなわち、マダイが10cmを超えるまでに成長した段階では、1kmを超える広範囲からマダイが蟄集するものと考えられる。給餌音や餌の臭いなどがこれほど広範囲に到達するとは考えにくいことから、放流魚が他の放流地点からたまたま給餌ブイ区に来遊した場合には、給餌の効果で滞留期間が長くなり、結果として給餌ブイ区の滞留割合が大きくなったと考えられる。つまり、移動するマダイを一定期間留めておく効果がこの時期には大きいと考えられ、給餌ブイが秋季の沖合いへの逸散を遅らせる効果は非常に大きいことがうかがえる。

また、3地点での標識放流魚の、翌年4～6月の水深60m以内における再捕状況をみると、給餌ブイ放流群が12尾と最も多く再捕されている。砂地放流群の再捕尾数を基準とし、放流尾数で補正した再捕指数でみると、保育礁区が1.6、給餌ブイ区が3.5となり、やはり、給餌ブイ放流群、保育礁放流群、砂地放流群の順に再捕指数が高い。これは音響給餌ブイや保育礁の秋季における集魚効果が深場への移動時期を遅らせ、あるいは越冬場所を比較的浅場へ留めた結果かも知れない。

(4) 沖合滞留礁と音響給餌ブイによる浅所越冬促進

2月の潜水観察の結果音響給餌ブイを設置した水深40mにある滞留礁では天然マダイおよびこの地点で前年秋季に放流した標識マダイが多数滞留しているのが観察された。このことから、滞留礁と音響給餌ブイを設置すれば比較的浅所での越冬を促進することが明らかとなったが、荒天の多い冬季、水深40mという条件から比較試験

が組めず、両者のどちらの効果も大きいのかといった効果の定量化が困難であった。しかし、水温が低下した冬季にはマダイの摂餌量は減っていると考えられ、また、40mという水深から、投餌された配合飼料は潮流によってかなり広範囲に拡散すると考えられることから、越冬を促したのは滞留礁である可能性が高い。

3. 音響給餌システムの改良

(1) ホース給餌試験

給餌ブイ試験区ではマアジ(尾叉長20cm前後)が大量に餌付いて、給餌ブイ直下で配合飼料を摂餌し、マダイへの給餌の妨げとなった。これを防ぐため、サクシオンホースを用いて海底から3～4mの位置で給餌したところ、やはり、マアジによる摂餌はあるものの、マダイ分布域である海底に配合飼料が落下するまでにかかる時間が大きく減少すると共にマダイも給餌口直下で盛んに摂餌した(図11)。このことから、マアジによる飼料の奪取率を減じるためには、サクシオンホースの使用が効果的であると考えられた。

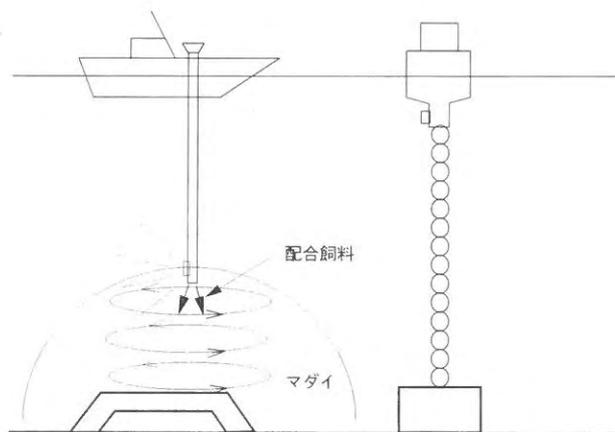


図11 ホース給餌試験

(2) ホース給餌システムの実用化

潜水観察によると、天然マダイ、放流マダイともに給餌時にはマアジが給餌口付近に群をなして蟄集し、その直下にマダイが多数蟄集して摂餌した(図12)。マダイは海底の保育礁構造物やブイを固定するケーソンにも分布しており、給餌中に給餌口と海底の間で移動する個体も多数観察された。ホース給餌を行わなかった平成7年には蟄集がみられなかった7月から天然マダイが給餌ブイ直下に蟄集して配合飼料を摂餌したことなどからもホース給餌は天然マダイの集魚効果を高めたと考えられる。なお、秋季にはマアジが蟄集していない時もあり、その

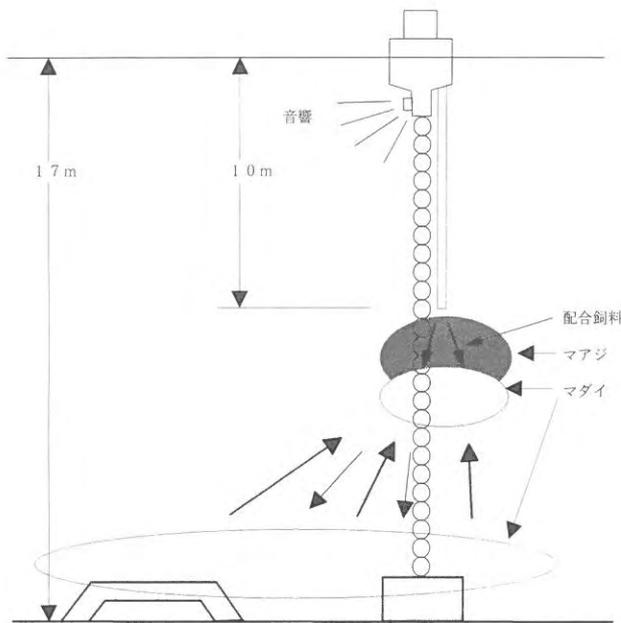


図12 ホース給餌システムを用いた場合の音響給餌のマダイの動き

場合には多数のマダイが給餌口付近に蟄集して摂餌した。このようにホース給餌は底魚の音響給餌を水深の比較的深い海域で行う場合には非常に有効であると考えられた。長期に渡りホース給餌システムを使用したが大きな支障は無かったことからこのシステムは実用化したとみなせる。

4. 生物学的知見（成長に伴う魚礁性の変化）

マダイ幼魚の平均全長は、平成7年には6月19日の $34.6 \pm 6.23SDmm$ から8月24日の $91.1 \pm 7.81SDmm$ に、また平成8年には6月27日の $39.4 \pm 5.86SDmm$ から8月8日の $79.5 \pm 5.88SDmm$ に増大した。この間の全長と魚礁性指数の関係をみると、全長62mmまでは魚礁性指数が34%以下であったが、全長62mmを超えると急激に増大し、全長80mmを超えると魚礁性指数は72%以上となった（図13）。

このように全長が60mmに満たない6月にはどちらかというと魚礁を避けるような負の魚礁性が認められており、選択的に砂地に分布することが分かる。その後成長につれ、魚礁性が急激に高まる。これによって保育礁の

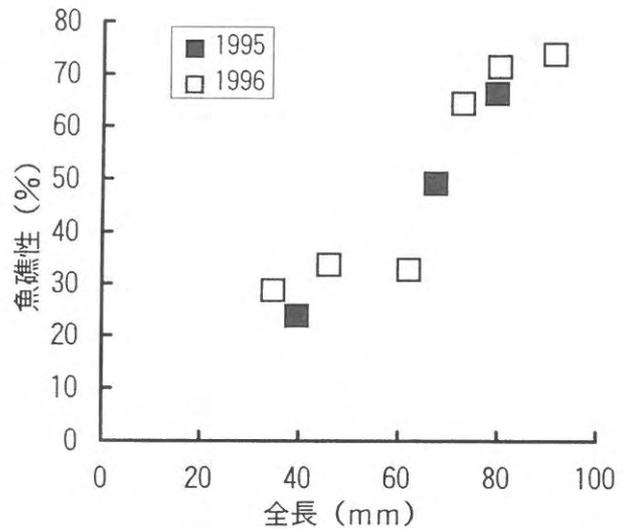


図13 全長と魚礁性の関係
魚礁性 = 保育礁分布密度 / (保育礁分布密度 + 砂地分布密度)

集魚効果が現れるのである。

5. まとめ

以上の結果をまとめると表6のようになる。

文 献

- 1) 内田秀和・濱田弘之：小型底びき網を対象とした目合い拡大および再放流によるマダイ幼魚の保護，福岡水技研報，第4号，1-8（1995）。
- 2) 濱田弘之・中川 清・内田秀和：海洋牧場事業化促進事業（マダイ），(2)放流マダイの保育礁滞留調査，平成5年度福岡県水産海洋技術センター事業報告，55-58（1994）。
- 3) 濱田弘之・内田秀和・大村浩一・吉田幹英・金澤孝弘：海洋牧場新技術導入事業（マダイ），(1)音響給餌放流魚の滞留調査，平成6年度福岡県水産海洋技術センター事業報告，59-63（1995）。
- 4) 濱田弘之・内田秀和・大村浩一・吉田幹英・吉岡武志：海洋牧場新技術導入事業，(1)天然魚の蟄集調査，人工種苗の滞留調査，平成7年度福岡県水産海洋技術センター事業報告，59-62（1996）。

表6 ま と め

調 査 項 目	調 査 結 果	問 題 点
I. 音響給餌魚の放流効果		
1. 音響給餌時の放流魚の反応	・音響馴致放流魚は55mm以下では放流後給餌音に反応しなくなった ・66mmと94mmでは反応良好	・マアジによる餌の奪取
2. 放流魚の滞留割合	・66mm以下では20日以内に逸散 ・94mmで2ヶ月後に10%強が滞留した	・ヒラメによる食害（特に小型放流魚）
3. 沖合試験区での越冬滞留	・冬期にも滞留していることを確認	・定量的調査が困難
II. 天然魚に対する保育礁、滞留礁及び音響給餌ブイの集魚効果		
1. 給餌ブイ直下における反応	・全長8cm以上では給餌口および直下の海底で摂餌するが、7cm以下では海底付近でのみ摂餌する ・全長が大きくなるほど、蛸集数が増大した	・混獲の最も多い7月には蛸集数がまだ少ない
2. 保育礁と音響給餌ブイの効果	・保育礁安定した効果確認 ・音響給餌ブイの効果は10月に大きく現れる	・音響給餌ブイの効果発現時期とマダイ幼魚の混獲が多い時期にずれがある
3. 効果範囲	・9月の標識放流結果から、保育礁区→給餌ブイ区の移動数は給餌ブイ区の移動数は給餌ブイ区→保育礁区の3.4倍であり、1km離れた2点間でも若干の集魚効果が認められた	
4. 滞留礁と音響給餌ブイの効果	・冬季にも滞留していることを確認	・定量的調査が困難
III. 音響給餌システムの改良	・ホース給餌システムによって水深10m付近での給餌が可能となった ・マアジによる餌の奪取割合は減少した	・太陽電池を使用するため、投餌量、回数に制約がある
IV. 生物学的知見	・全長80mmを越えると急激に魚礁性が増大した	

海洋牧場新技術導入事業 (2) 餌料・食性調査

吉田 幹英・濱田 弘之・大村 浩一・吉岡 武志・内田 秀和

マダイ資源の回復を目的とした本事業の一環として、マダイ幼魚を音響馴致し、保育礁の設置された保護区域に放流した後、マダイ幼魚の食性を餌料環境や摂餌実態等から解明し、効率的な本事業の推進に資する。

方 法

平成8年9月に1そうごち網によりマダイ幼魚を採捕し、約2週間安静な状態に置き、標識としてH型アンカータグを背鰭下部の頭部寄りに装着し、福吉漁港近くの網生け簀(5×5×2.5m)に収容した。音響馴致は、周波数300Hzの断続音を配合餌量の給餌時に放音して行った。

放流は、9月11日に奈多沖(水深約17m)の(株)ゼニライトブイ社製の音響給餌ブイの設置された海域周辺で行った。

放流海域のマダイの食性を知るために8月8日に福岡市漁協奈多支所のえびこぎ網により奈多沖でマダイを採捕し、全長、体重、胃内容を測定した。標識マダイの採捕及び音響給餌ブイ周辺に蜻蛉する魚類の採捕は、10月17日に調査船げんかいによる釣獲試験により行った。釣獲試験は、サベキ仕掛けで、釣針に沖アミを付け餌にして行った。釣り上げた魚類は、全長を測定し、胃をホルマリンで固定した後胃内容を分析した。

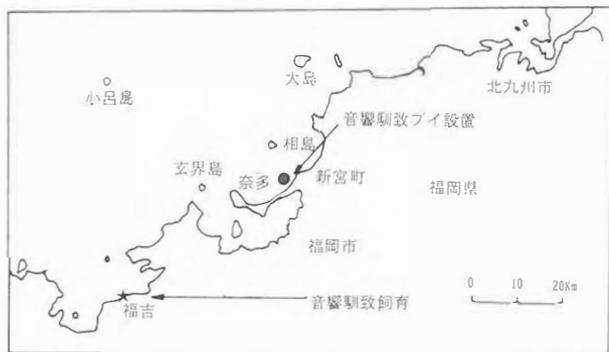


図1 音響馴致及び音響給餌ブイ設置位置

結 果

8月8日、奈多沖でえびこぎ網に採捕されたマダイの全長、体重を表1に、胃内容物組成を図2に示す。マダイは、48個体が採捕され、全長範囲は58~100mm(平均78.5mm)、体重3.7~18.4g(平均9.0g)であった。マダイの胃内容物組成は、節足動物(アミ類)の割合が最も高く52.7%と過半数を占め、次いで環形動物が20.0%、魚類が1.8%であり、胃内容物が無い空胃の割合が16.4%であった。

表1 マダイの全長、体重

種名	個体数	全長範囲(mm)	体重範囲(g)
マダイ	48	114~182	3.7~18.4

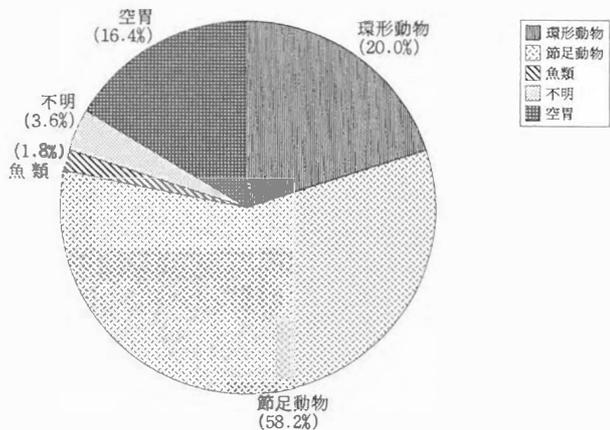


図2 胃内容物組成

標識マダイ放流後の10月17日に行った釣獲試験での漁獲物組成を表2に、漁獲物の胃内容物組成を表3に示す。

マダイは、6個体が漁獲され、そのうち3個体が標識魚であった。漁獲物の組成は、マダイ、カワハギ、チダイ、ベラ、タカノハダイ、ショウサイフグであった。

胃内容物調査の結果は、漁獲されたすべての魚種で節足動物のアミ類が優占しており、その他はマアジ、タカノハダイで節足動物、カワハギ、ベラ類で環形動物等であった。

表2 釣獲試験の結果

種名	個体数(全長範囲: mm)
マダイ	6個体(114~182)
マアジ	64個体(125~165)
カワハギ	5個体(110~218)
チダイ	2個体(110~125)
ベラ類	5個体(110~162)
タカノハダイ	1個体(220)
ショウサイフグ	1個体(240)

マダイにおいては、今回配合餌量を摂餌している個体は認められなかった。釣獲試験から得られた個体を用いて胃内容物組成を調査するには、餌として使用するアミ

表3 漁獲物の胃内容物組成

種名	胃内容物組成
マダイ	アミ
マアジ	アミ, 節足動物
カワハギ	アミ, 環形動物
チダイ	アミ
ベラ類	アミ, 環形動物
タカノハダイ	アミ, 節足動物
ショウサイフグ	アミ

が胃内容物として検出されるという問題点があり、今後は餌を使用しない、サビキ等を利用する漁獲方法を検討する必要がある。

漁海況予報事業

(1) 沿岸定線調査

吉田 幹英・大村 浩一・吉岡 武志・内田 秀和・濱田 弘之

本調査は、対馬東水道における海況の推移と特徴を把握し、今後の海況の予察並びに海況予報の指標とすることを目的としている。

方 法

観測は、原則として毎月上旬に図1に示す対馬東水道の15定点で実施した。観測内容は、一般気象、透明度、水色、水深、各層(0, 10, 20, 30, 50, 75, 100, bm)の水溫、塩分及び魚群探知機による魚群探索である。

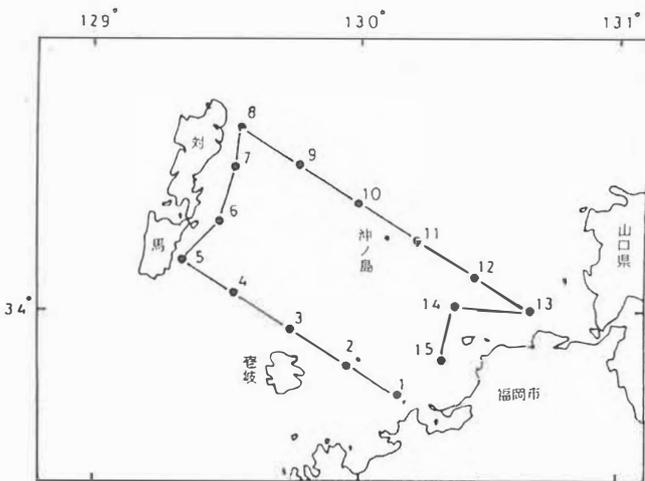


図1 観測点位置

結 果

1) 水溫の季節変化

対馬東水道の玄界島～巖原間(Stn. 1～5)における各月の水溫鉛直分布、平年偏差分布を図2～3に示した。

平成8年冬季1月の水溫はやや低めであったが、2～3月は平年並みで推移した。春季の4月はやや低め傾向となり、5月は平年並み、6月は平年よりやや高めとなった。

4月の表層水溫は12～14℃台で平年より0.1～0.8℃の低めであった。5月の水溫は16～17℃台で平年並みであった。4月以降水溫上昇期となり6月には水溫躍層が形成され始めるが、本年6月の水溫は19～21℃台で平年より

0.3～2.0℃高めであった。

例年通り6月から7月にかけての昇温が著しく、7月の水溫はStn. 1～4では22～24℃台で平年よりやや高め、対馬寄りのStn. 5では21℃台で平年並みであった。

7月から8月にかけての昇温は著しく、8月の水溫は26～29℃台で平年より0.1～2.0℃と平年並み～やや高めであった。8月から9月にかけては緩やかに降温し、9月の水溫は24～27℃台で、対馬寄りのStn. 5では0.7℃の高めであったが、他の調査点では0.1～1.8℃の低めであり、平年よりやや低めであった。

秋季の10月は23～24℃台で沿岸域のStn. 1～4は平年並み、対馬寄りのStn. 5ではやや高めであった。11月の水溫は19～21℃台で平年並みであった。

昭和62年～平成6年まで冬季に高水溫傾向が続いたが、今年度は12月には平年並みであったが、1月～3月はやや高めとなり高水溫傾向がみられた。12月は16～19℃台で平年並み、1月は14～17℃台で平年に比べ0.8～1.6℃高めであった。2月は12～15℃台で平年に比べて0.6～1.1℃高めであった。3月は12～15℃台で平年に比べて0.8～1.2℃高めであった。

2) 塩分の季節変化

対馬東水道の玄界島～巖原間(Stn. 1～5)における各月の塩分鉛直分布、平年偏差分布を図4～5に示した。

春季の4月の塩分は34.1～34.7台で沿岸寄りのStn. 2で平年より0.5程低めである他は平年並みであった。5月の塩分は34.5～34.6台で平年並みであった。

6月になると中国大陸沿岸水の増勢に伴って対馬暖流の表層域は低塩化するが、今年度は低塩化は認められず、6月～8月まで平年並みであった。6月は34.3～34.4台で平年並み、7月は33.3～33.9台で平年並み、8月は沖合域のStn. 4～5で31.8～32.1台と平年に比べて0.5程低めであった他は、平年並みであった。

9月～11月までは平年並みであった。9月は33.0～33.9台で平年並み、10月は33.1～34.0台で平年並み、11月は34.1～34.2台で平年並みであった。

12月以降の3月までの塩分は、平年並みとなった。

12月の塩分は34.2～34.4台で平年並み、1月の塩分は

34.4~34.5台で平年並み，2月の塩分は34.5~34.6台で平年並み，3月の塩分は34.5~34.6台で平年並みであった。

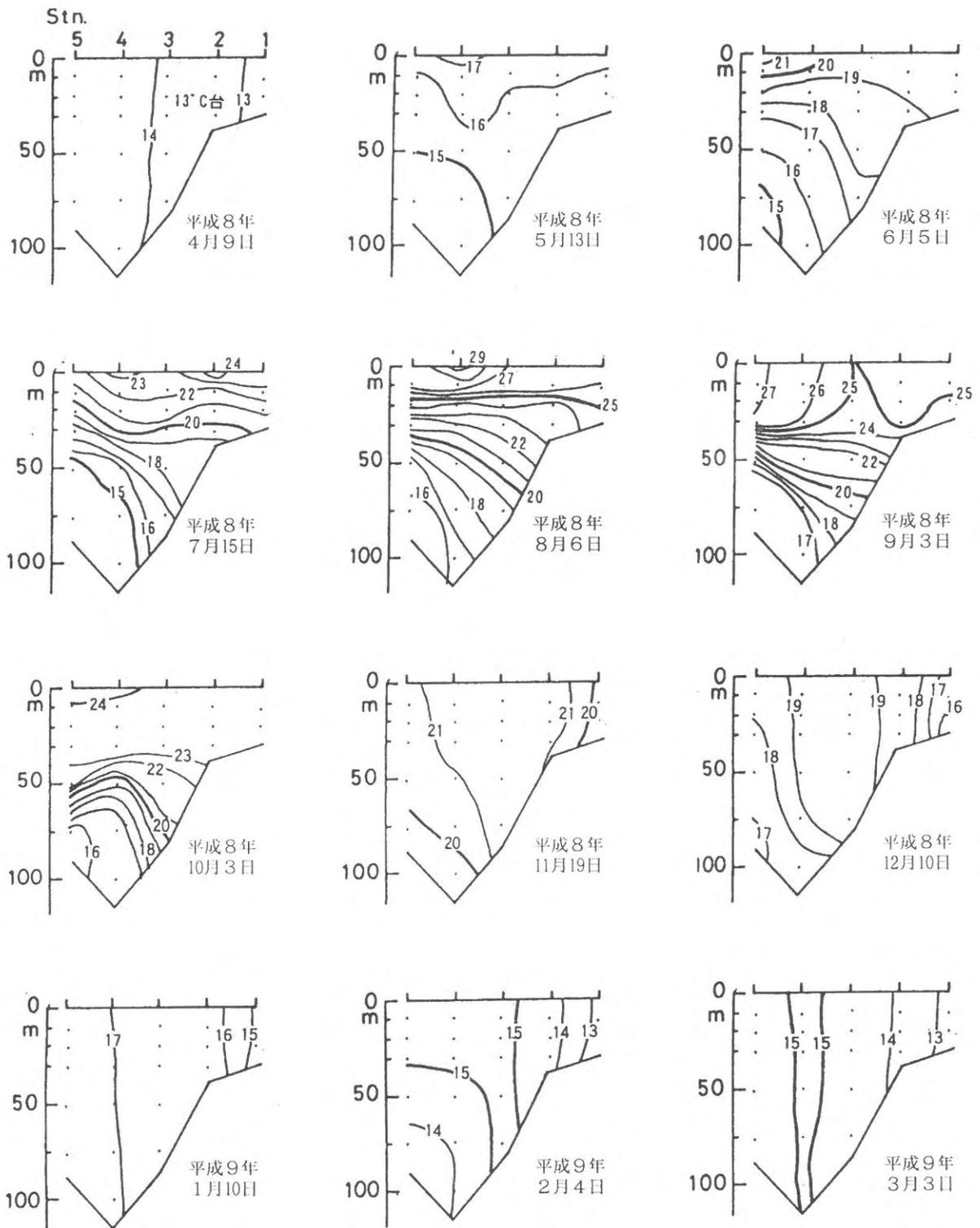


図2 水温断面分布図(厳原~玄界島間)

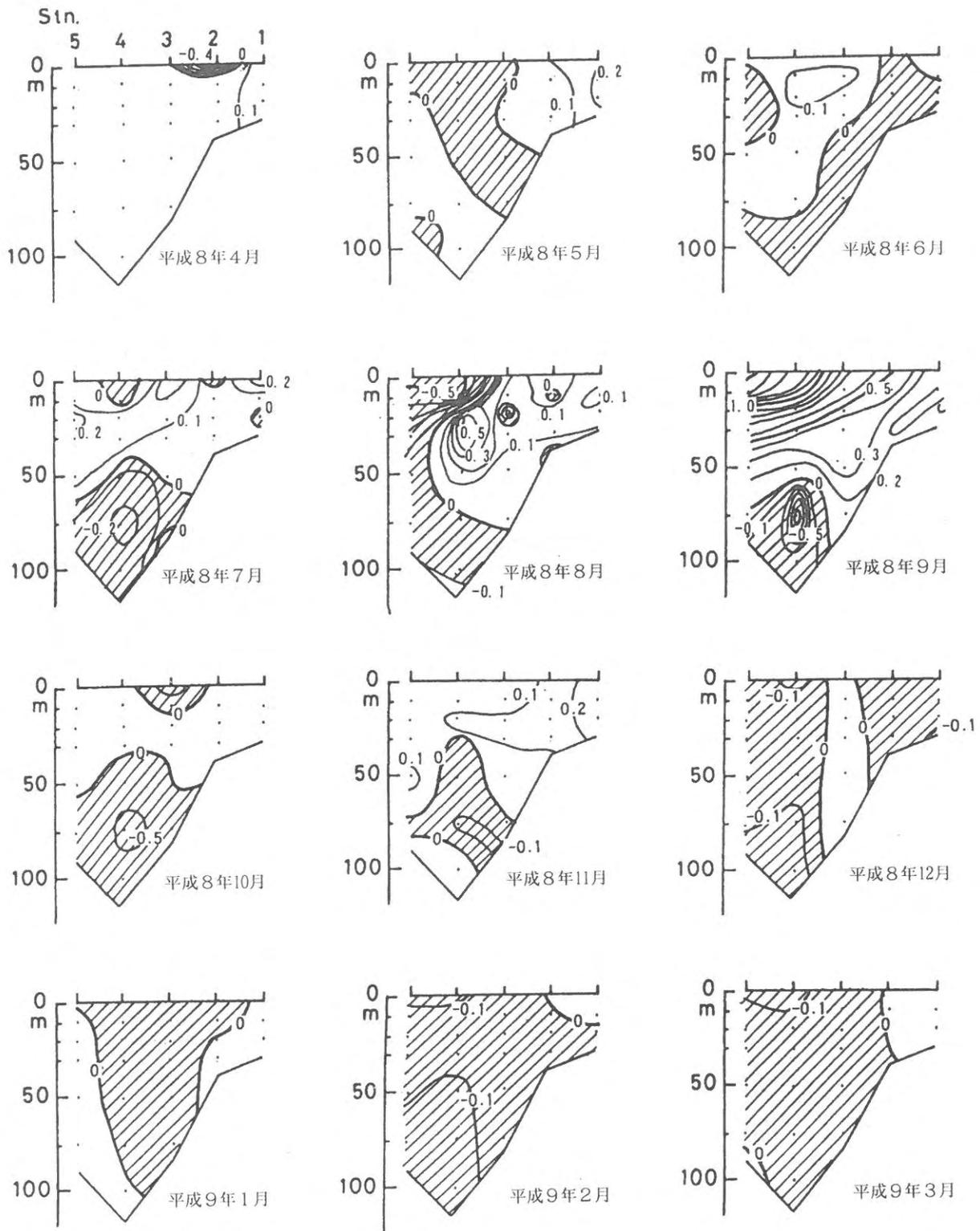


図3 水温平年偏差図 (平均値昭和36~平成2年)

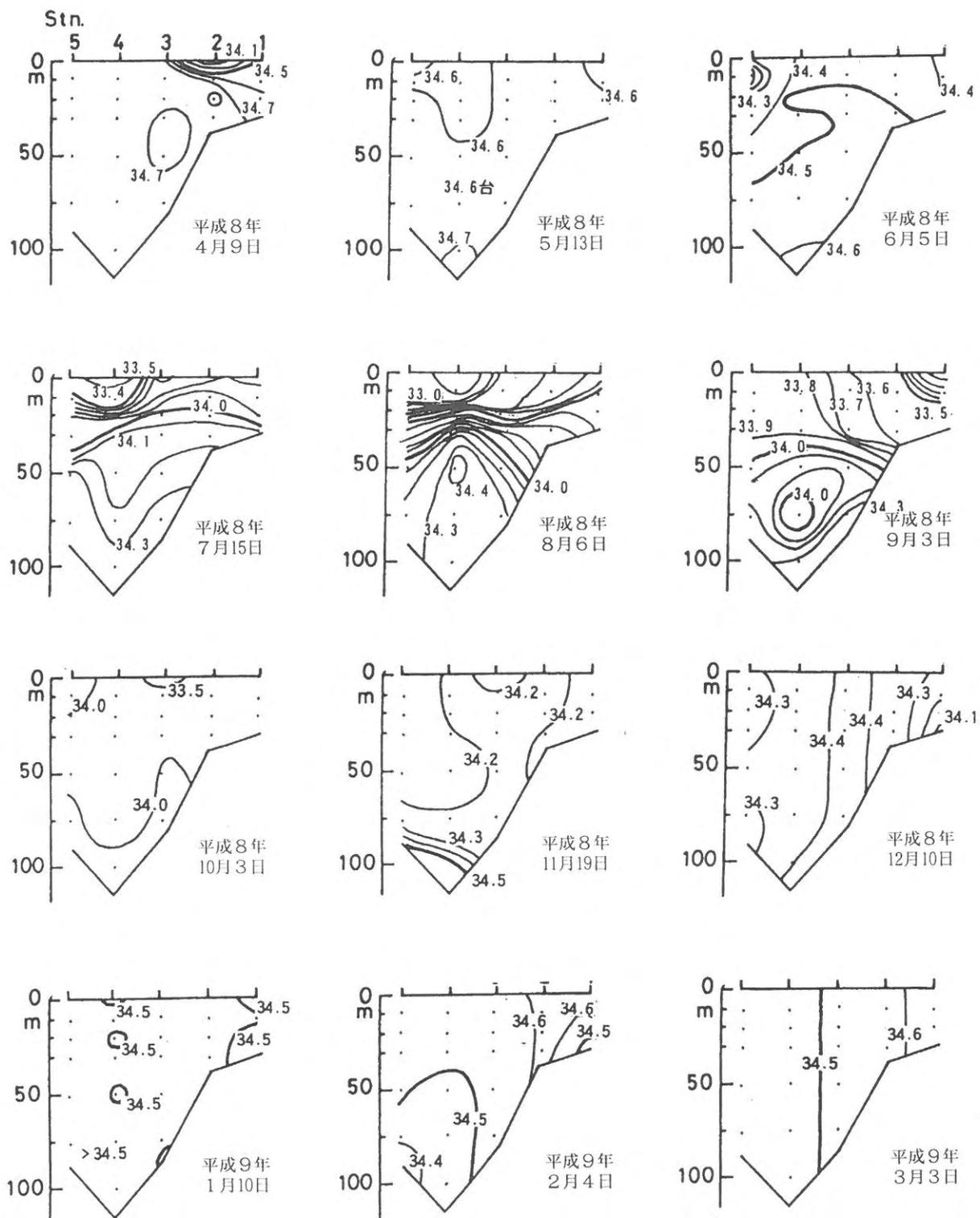


図4 塩分断面分布図（巖原～玄界島間）

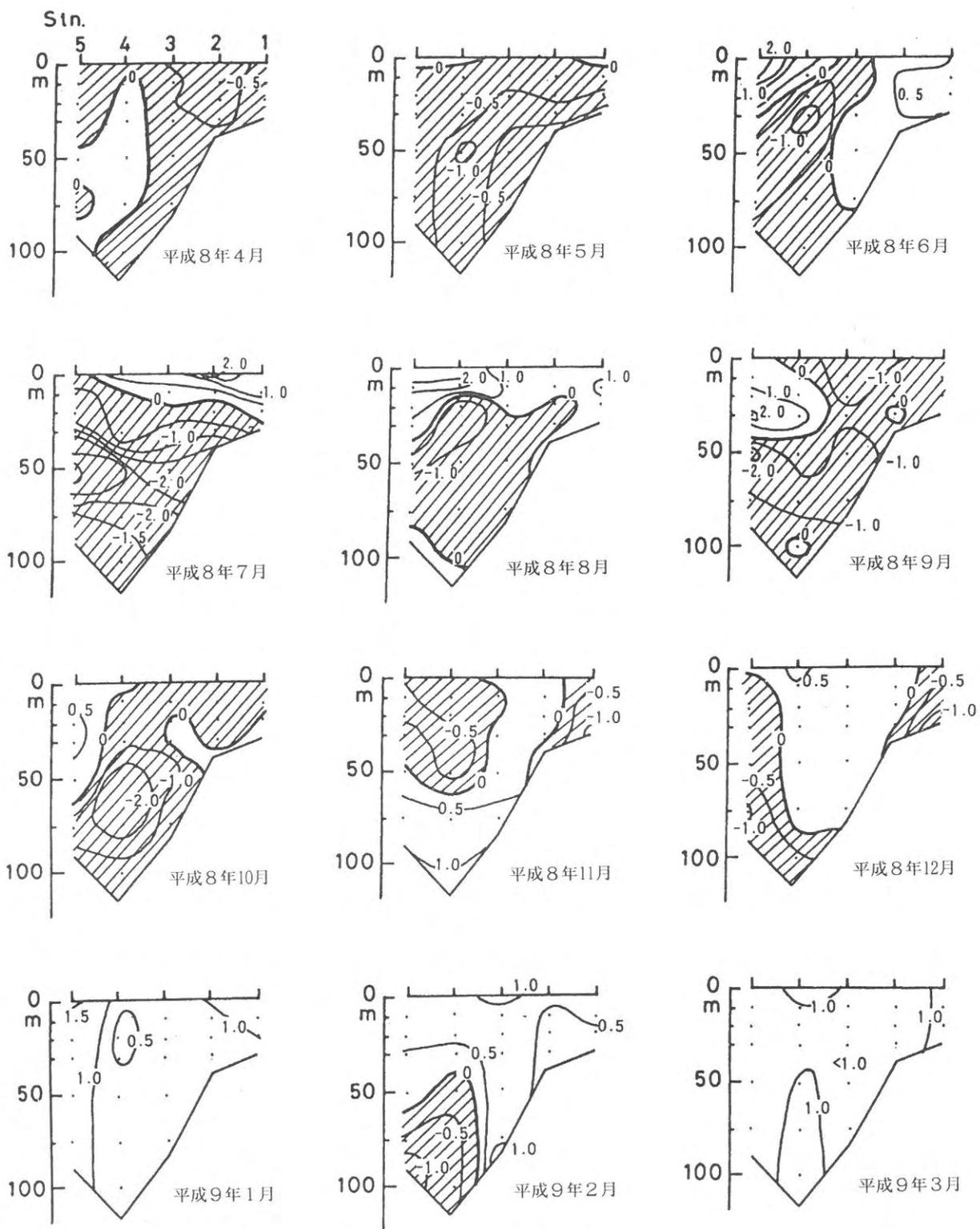


図5 塩分平年偏差図(平均値昭和41~平成2年)

漁海況予報事業

(2) 浅海定線調査

池内 仁・本田 清一郎・杉野 浩二郎

この調査は、昭和47年度から国庫補助事業として行われている。対象海域は北九州市地先の響灘とし、海況および水質調査を実施している。この調査により、響灘の海洋環境を把握し、富栄養化現象や赤潮予察等の漁場保全に役立てるための基礎的な資料を得ることを目的とする。

方 法

調査は図1に示す12定点で、5、8、12、3月に行った。1調査点の観測層を0m、5m、B-1m深の3層に設定し、沖合のStn. 6、7においては20m深の層を加えた。いずれの調査も満潮時を挟んだ約3時間内に調査を終えるように行った。

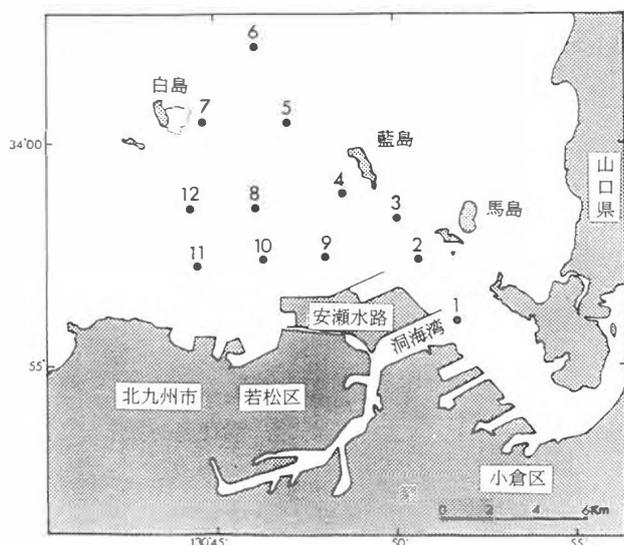


図1 調査定点

調査項目として気象、海象、水温、塩分、透明度、水色、DO (溶存酸素)、COD (化学的酸素消費量)、栄養塩類 (DIN (無機三態窒素)、DIP (無機態リン))、クロロフィルa量、プランクトン沈澱量を観測、測定した。

結果および考察

Stn. 4 (沿岸域：藍島西部海域)、Stn. 6 (沖合域：白島東部海域)の水質の季節変化を図2に示した。また、

表層(0m)における水温、塩分、DO、COD、DIN、DIPの水平分布をそれぞれ図3~8に示した。

水温：5月には沿岸域、沖合域ともに平均値よりも3℃以上低かった。しかし8月には各調査点とも平均値より0.5℃程度高めで推移した。12月になると再び平年を下回り、Stn. 4で2.2℃、Stn. 6で1.9℃平均値よりも低い値を示した。3月はStn. 4、Stn. 6ともに1℃程平均値よりも高かった。

水温上昇期の5月には沿岸域で高め、下降期の12月には沖合域で高めの傾向を示した。

塩分：年間を通じて沿岸域、沖合域両海域ともに平均値よりもやや高めで推移した。年間を通じて沿岸域よりも沖合域の方が塩分濃度が高かった。

DO：8月に両海域で7.00mg/l以下の比較的低い値を示した。12月には全ての海域でほぼ一様な分布を示したが、その他の調査時には沖合域よりも沿岸域で高い傾向が認められた。

COD：5月、8月は低め、12月は高めで推移した。3月はStn. 4では高め、Stn. 6では低めで推移した。例年ではCOD値が最も低くなる秋季に最も高い値を示したことが今年の特徴である。

DIN：5月、8月はStn. 4、Stn. 6ともに平均値よりも高めで推移した。特に、Stn. 4では5月に平均値より約2μg-at/l、8月には約3μg-at/l高い値を示した。12月はStn. 4では低め、Stn. 6ではやや高めで推移した。3月には両地点とも平均値よりも低い値を示し、特にStn. 6では1.68μg-at/lという低い値を示した。Stn. 6ではほぼ例年通りの季節変動を示したが、Stn. 4では春、夏季に高く、秋、冬季に低いという特異な傾向を示した。

全体に沖合域よりも沿岸域で高い傾向があるが8月、12月には白島周辺水域で比較的高い値が観測された。

DIP：8月を除き、両地点でほぼ平年並みで推移した。8月はStn. 4で平均値の4倍、Stn. 6で平均値の5倍という非常に高い値を示した。

透明度の水平分布を図9、プランクトン沈澱量の水平分布を図10に示した。

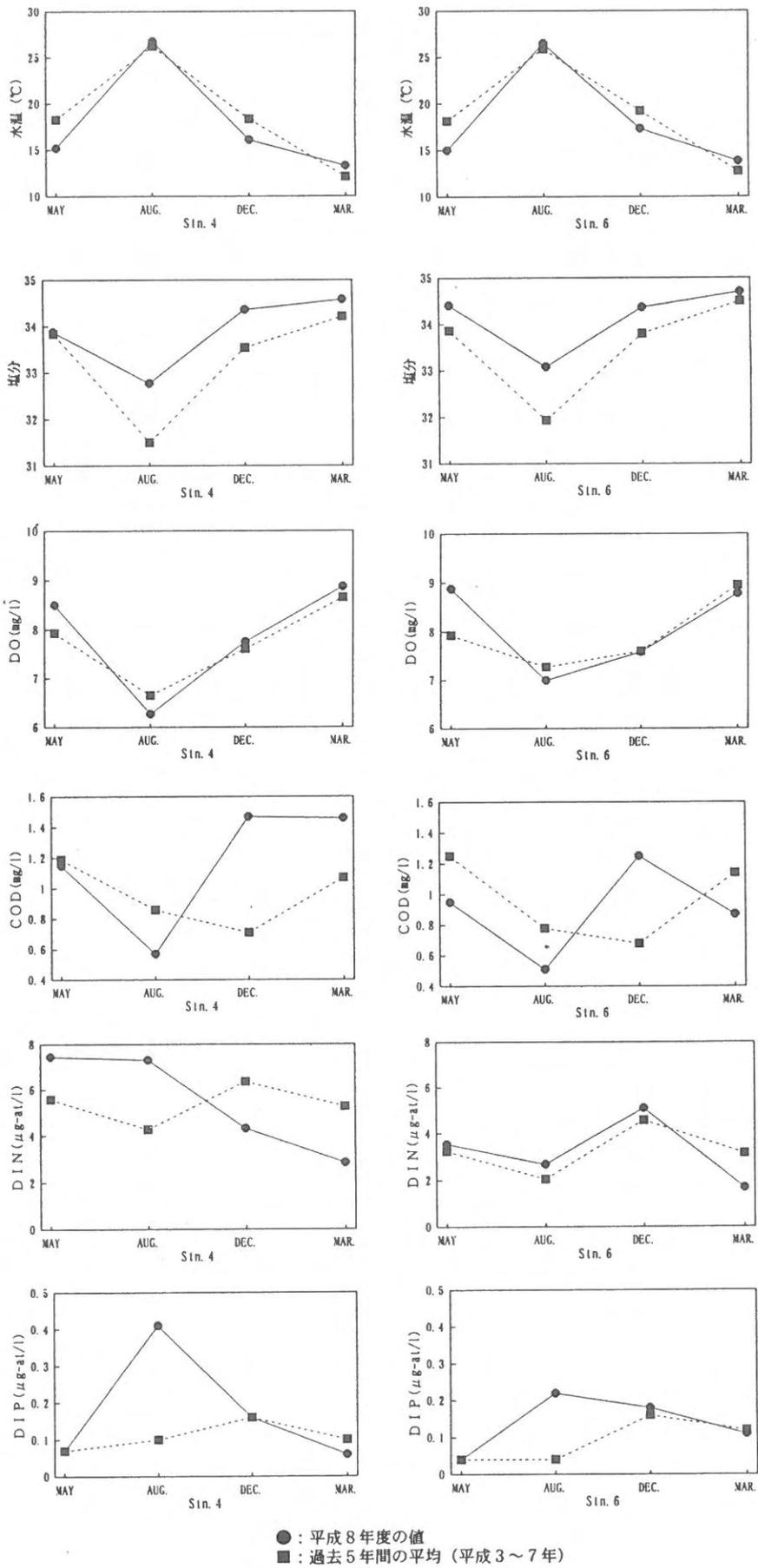


図2 平成8年度海況の諸要素と平均値

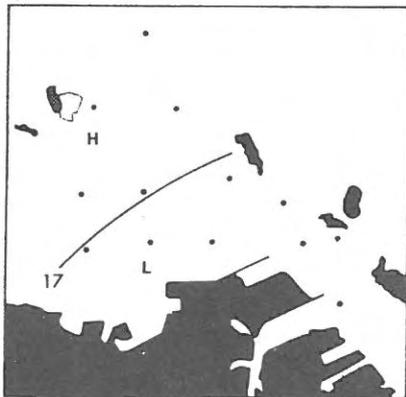
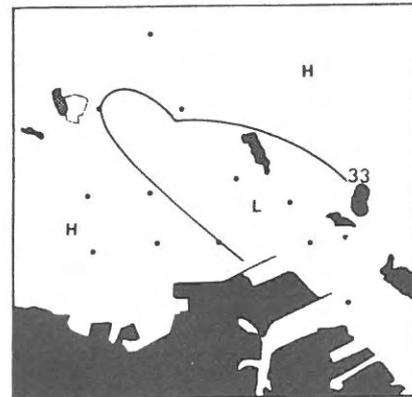
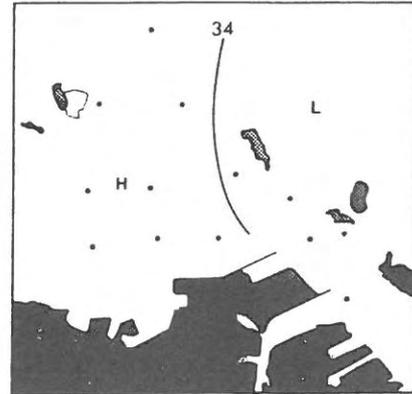
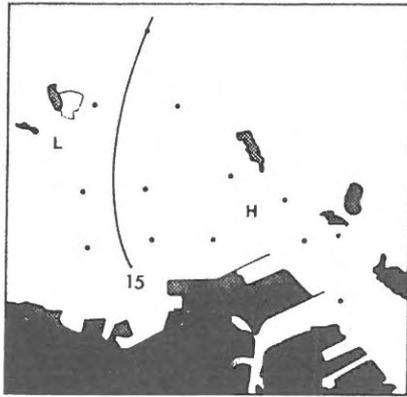


図3 表層(0m)における水温の水平分布(°C)

図4 表層(0m)における塩分の水平分布(°C)

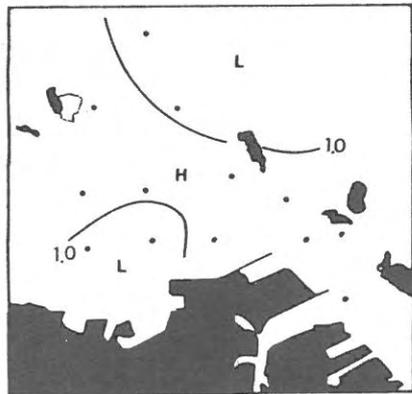
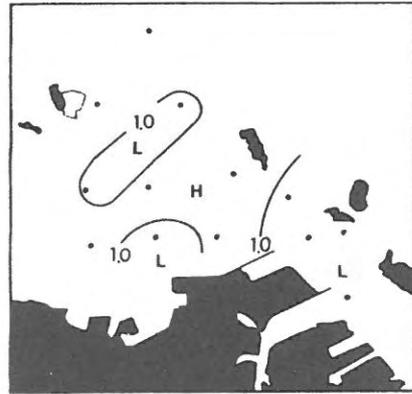
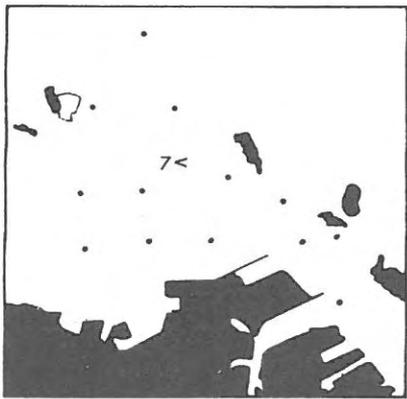
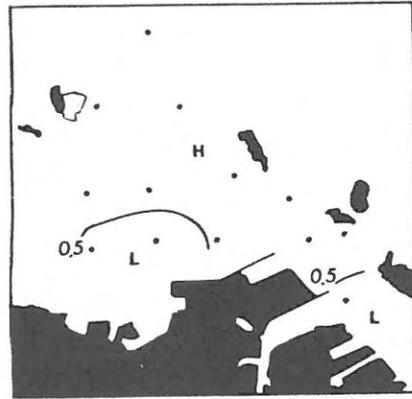
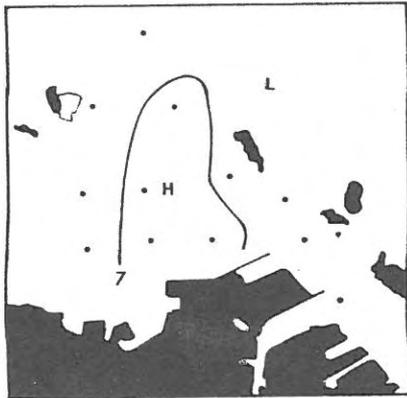
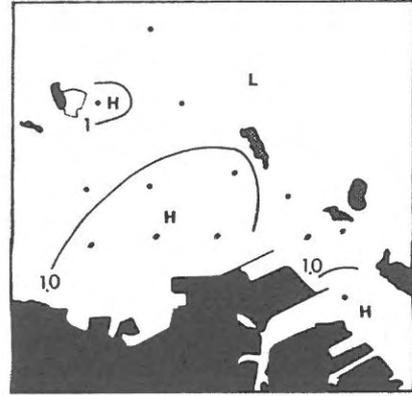


図5 表層 (0 m) における DO の水平分布 ($\mu\text{g/l}$)

図6 表層 (0 m) における COD の水平分布 ($\mu\text{g/l}$)

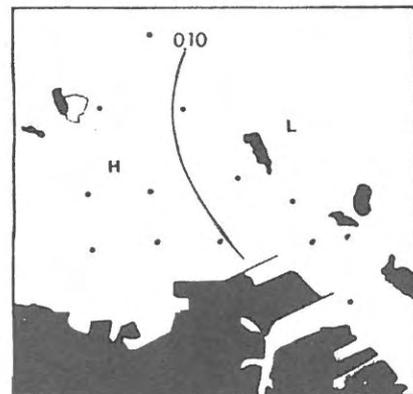
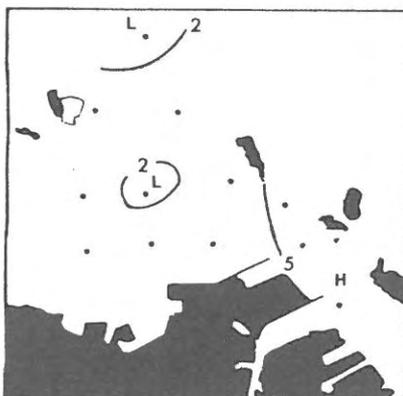
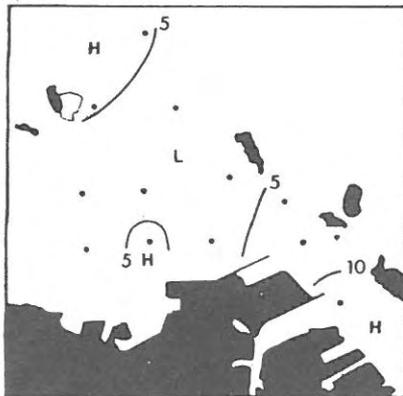
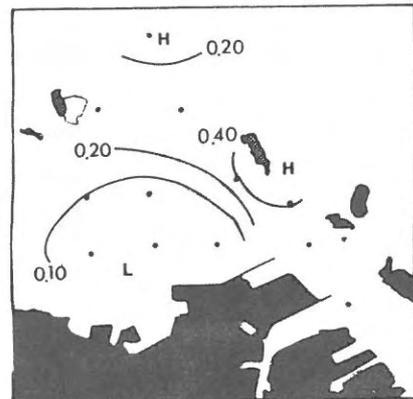
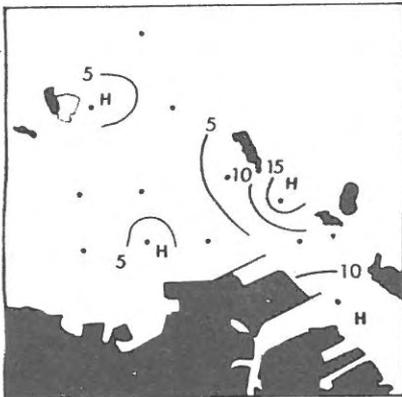
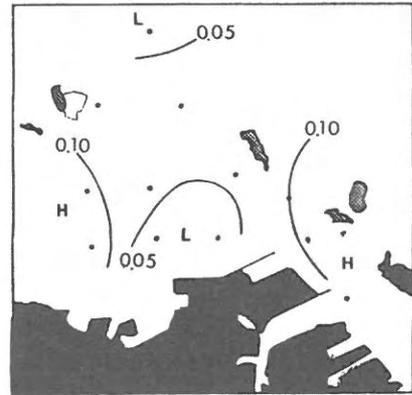
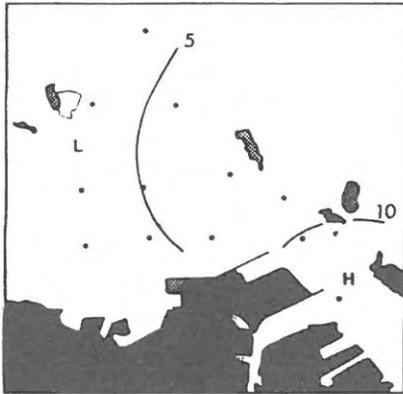


図7 表層 (0m) における DIN の水平分布 ($\mu\text{g-at/l}$)

図8 表層 (0m) における DIP の水平分布 ($\mu\text{g-at/l}$)

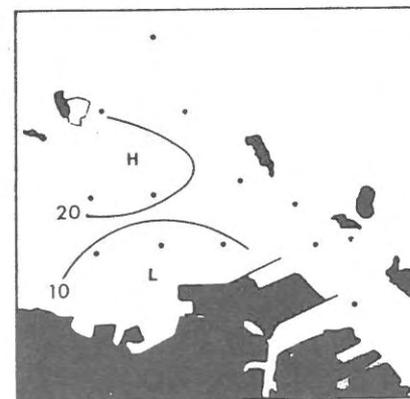
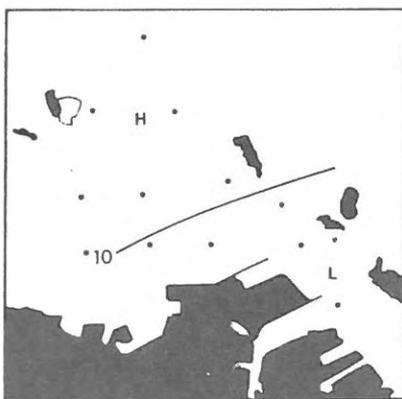
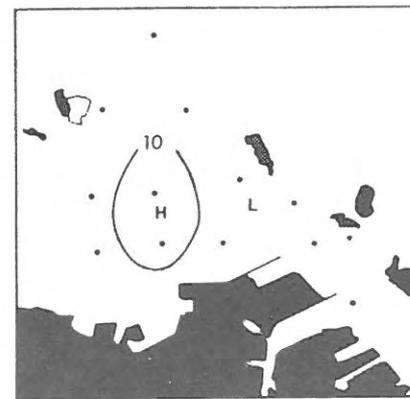
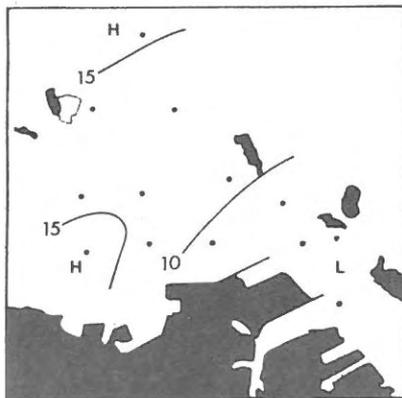
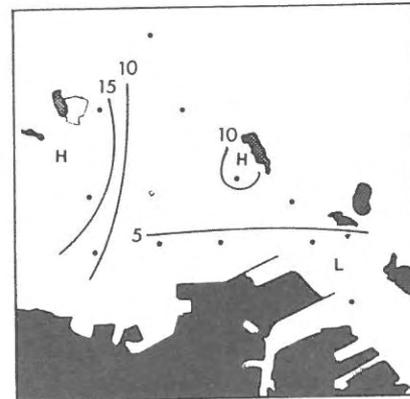
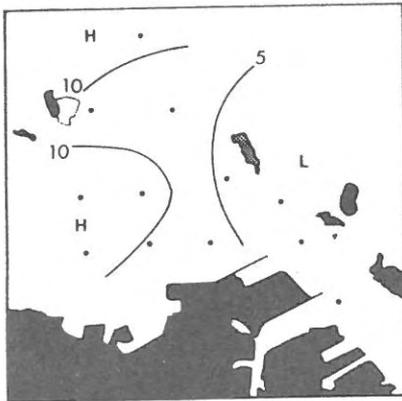
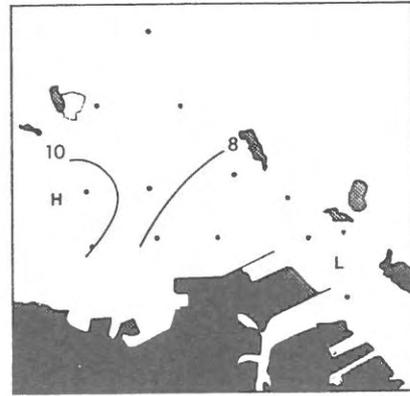
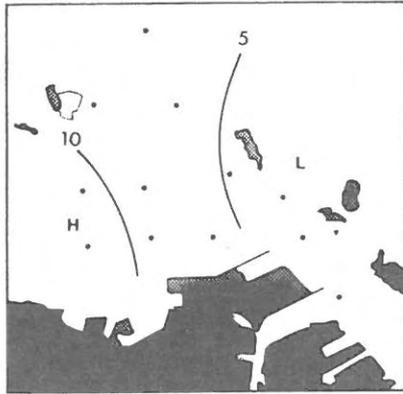


図9 透明度の水平分布 (m)

図10 プランクトン沈殿量の水平分布 (ml/m^3)

透明度：5月に2.5～12.5m，8月に4.0～12.5m，12月に6.4～17.2m，3月に2.5～12.1mの範囲で観測された。水平分布をみると，全ての調査月において沿岸域（関門海峡部）で低め，沖合域で高めの傾向がみられた。

プランクトン沈澱量：5月に3.2～15.4ml/m，8月に3.1～10.9ml/m，12月に1.6～5.0ml/m，3月に6.5～23.5ml/mの範囲で測定された。水平分布をみると，沿岸域で低め，沖合域に向かうにつれて高めの傾向がみられた。