

広域漁場開発調査 山口県地域調査

調査実施機関

山口県水産課

課長補佐 松島孝信

山口県水産研究センター

主任 小林知吉・専門研究員 吉岡貞範・専門研究員 高木和昭

専門研究員 川村邦彦・研究員 渡辺俊輝

社団法人全国沿岸漁業振興開発協会

業務課長 伊藤靖・業務二係長 石岡昇

調査実施年度 平成9～11年度の3ヶ年間

緒言（まえがき）

この事業は、漁場整備に遅れが見られる沖合域・大水深域において、海域を水平的・垂直的に利用する新たな漁場造成手法（多機能漁場造成）の開発方式の調査を行うことにより、我が国沿岸海域を有効かつ高度な利用に資することを目的として、水産庁より委託を受けて実施された。

(1) 調査の目的

山口県の日本海沖合海域における重要魚種であるマダイ、ヒラメ、アマダイの漁獲量は、各魚種とも最盛期の20～30%まで減少している。操業状況については、当該海域でタイ類（マダイ、キダイ、チダイ）、ヒラメを比較的多く漁獲している底曳網、刺網漁業は資源の減少により操業隻数が近年減少傾向にあるが、アマダイを主として漁獲している延縄漁業は、遠洋漁場から撤退を余儀なくされた一部の大型漁船が、山口県沖合海域に戻って操業しており、漁場の競合問題が発生している。

このように山口県沖合海域は資源の減少の中で、大型漁船による漁獲強度の増大により、資源状況はますます悪化する傾向がみられ、このため、漁家経営は非常に厳しい状況におかれている。そこで、沖合漁場の整備開発等を実施し、これら魚種等の資源の増大や漁場の効果的な利用を図る必要がある。しかし、沖合海域における漁場整備開発は、沿岸海域とは方法等が異なり知見が少ないので、新たな観点から増殖機能及び集魚機能を有した総合的な漁場造成（多機能漁場造成）手法の検討を行い、新しい操業秩序を構築することによって漁家経営の安定を図ることが急務となっている。

(2) 調査対象海域

タイ類、ヒラメ、アマダイを主として漁獲する小型機船底曳網漁業、延縄漁業及び刺網漁業の主要漁場の中で、水深が100～150mの範囲にある卯持ノ瀬から見島周辺海域を対象海域として選定した。

また、この対象海域のうち増殖機能や集魚機能の解明を行うため、主瀬（礁高30m）、北離れ（同15m）、南離れ（同8m）から構成されるカキノ瀬及びその周辺（5×6マイル）を調査海域とした（図1）。

(3) 調査対象種

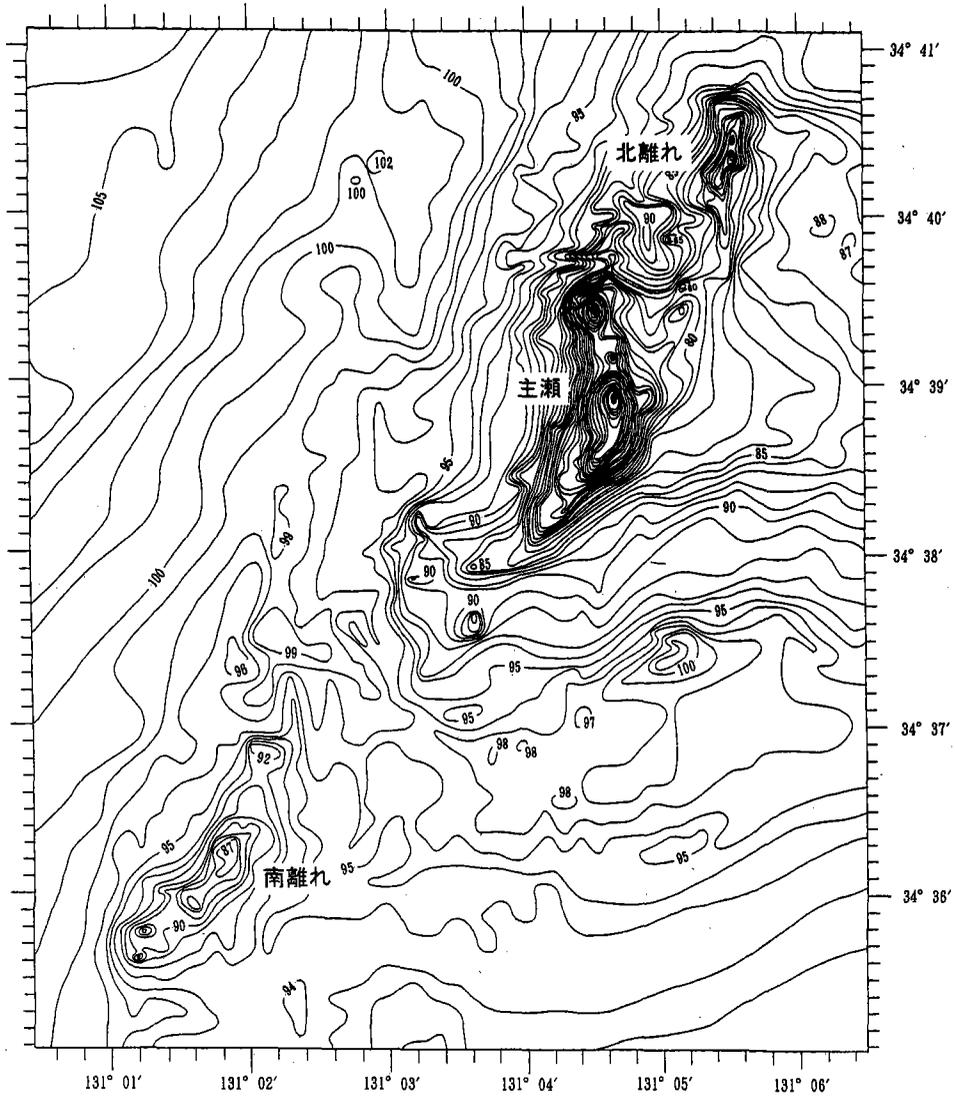
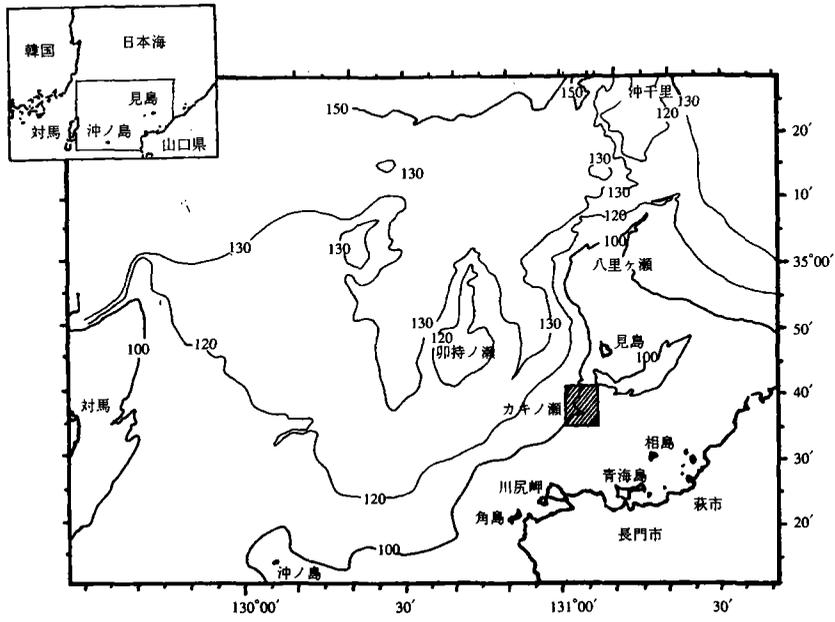


図1 調査海域図

日本海沖合海域において重要魚種であるタイ類（マダイ、キダイ、チダイ）、ヒラメ、アカアマダイ及び調査海域で多く漁獲されるウマヅラハギを調査対象魚種に選定した。

(4) 調査に対する基本的な考え方

物理環境や海底地形等を把握する海域構造基礎調査と、試験操業により天然礁における対象魚種の生態特性を調べる漁場形成要因調査とを同時期に行う。さらに、魚類の分布・生息状況を把握するために、主要漁業種類の漁場利用実態調査を実施し、魚類の集群構造を明らかにする。

これらの調査結果に基づき従来の統計的手法に加え、沖合海域で水深が深いことから相互の関係を地理的、視覚的に解析する手法として、新たにGIS（地理情報システム）解析を取り入れ、集魚機能や増殖機能を明らかにするとともに対象魚種の増殖手法や漁場造成方法を検討する。

(5) 調査の全体計画（平成9年～11年）

調査項目及び調査の年次計画を表1に示した。

表1 全体計画（H9～H11）

調査項目	H9	H10	H11	調査機関
1 海域構造基礎調査				
(1) 海底地形	○	○	○	水産研究センター 全振協
(2) 底質	○	○		水産研究センター 全振協
(3) 水温・塩分	○	○		水産研究センター 全振協
(4) 流況	○	○	○	水産研究センター 全振協
(5) 動物プランクトン	○	○	○	水産研究センター 全振協
(6) ベントス	○	○	○	水産研究センター 全振協
2 漁場形成要因調査				
(1) 魚群分布	○	○	○	水産研究センター 全振協
(2) 資源生態				
1) 試験操業	○	○	○	水産研究センター
魚種分布、投棄魚				
2) 水中ビデオカメラ観察		○		水産研究センター
3) 食性、成熟、稚仔魚分布	○	○	○	水産研究センター
3 漁場利用実態調査				
(1) アンケート調査	○			水産研究センター 下関水産振興局 萩水産事務所
(2) 標本船調査	○	○	○	水産研究センター
(3) 操業船分布調査		○	○	水産研究センター
4 漁場開発方式調査				
(1) 増殖機能の解明	○	○	○	検討委員会 全振協
(2) 漁場整備開発手法の検討		○	○	水産研究センター 全振協、水産課

調査方法及び調査結果

1 海域構造基礎調査

(1) 調査方法

① 海底地形調査

山口県漁業調査船くろしお(119トン)の船尾から、サイドスキャンソナー曳航器(米国 EdgeTech 社 260型サイドスキャンソナーシステム)を曳航し、海底地形状を調査した。なお、船速は6ノット、測定レンジは、方舷200mとした。(調査測線:平成9年度9本,平成10年度24本)

② 底質

山口県漁業調査船くろしおを用い、対象海域の定点でスミスマッキンタイヤ採泥器による採泥を行った。採集した泥は、100ml 標本瓶に保存した。(調査点数:平成9年度20点,平成11年度4点)

③ 水温・塩分

山口県漁業調査船くろしおにより、対象海域の定点でCTD(米国 SEA-BIRD 社 SBE25)観測を行った。鉛直方向には、1mピッチで水温・塩分データを収録した。(調査点数:平成9年度20点×2回,平成10年度20点×2回,平成11年度20点×2回)

④ 流況

山口県漁業調査船第2くろしおに搭載している ADCP (日本無線(株)JLN-616)で実施した。船速8ノットで対象海域を東西に曳航して、3層(10、30、50m層)の流向。流速データを1分ごとに収録した。(調査測線:平成9年度12測線×2回,平成10年度12測線×2回,平成11年度12測線×2回)

また、ADCP 調査を補完するため、流速計を設置・係留した。ADCP の調査期間に併せて、メモリー式電磁流速計(アレックス電子社 ACM-8M)を25時間設置した。(調査点数:平成9年度2点×1回,平成10年度1点×2回)

⑤ 動物プランクトン

山口県漁業調査船くろしおにより、MTD ネットの水平曳きを行った。曳網時間は、1点につき、5分間である。また、船速は5ノット、採集層は1、40、80mの3層である。採集した標本は、1リットルポリ瓶に入れ10%ホルマリンで固定し、その後査定した。(調査点数:平成9年度10点×2回,平成10年度10点×2回,平成11年度8点×2回)

⑥ 魚卵稚仔

山口県漁業調査船くろしおにより、MTD ネットの水平曳きを行った。曳網時間は、1点につき、5分間である。また、船速は5ノット、採集層は1、40、80mの3層である。採集した標本は、1リットルポリ瓶に入れ10%ホルマリンで固定し、その後査定した。(調査点数:平成9年度2点×2回)

⑦ ベントス

山口県漁業調査船くろしおをにより、スミスマッキンタイヤによる採泥及びソリネットを1点あたり3ノットで5分間曳航し、ベントスを採集した。採集物は船上で篩にかけ、500ml ポリ瓶に入れ、10%ホルマリンで固定した。(調査点数:平成9年度:20点,平成10年度4点及び10点,平成11年度6点及び4点)

(2) 調査結果

対象海域は、山口県見島より南西約15kmに位置し、水深95m~100mの穏やかな斜面上に主瀬(礁高30m)を中心に、北離れ(同15m)、南離れ(同8m)と呼ばれる天然礁から構成されるカキノ瀬及びその周辺海域である。(図2)

海域の環境要因の多くは、水深により規定されており、主瀬、南離れでは、水深が浅く、瀬から離れるにしたがって水深が深くなり、底質の性状や海底地形が変化している。

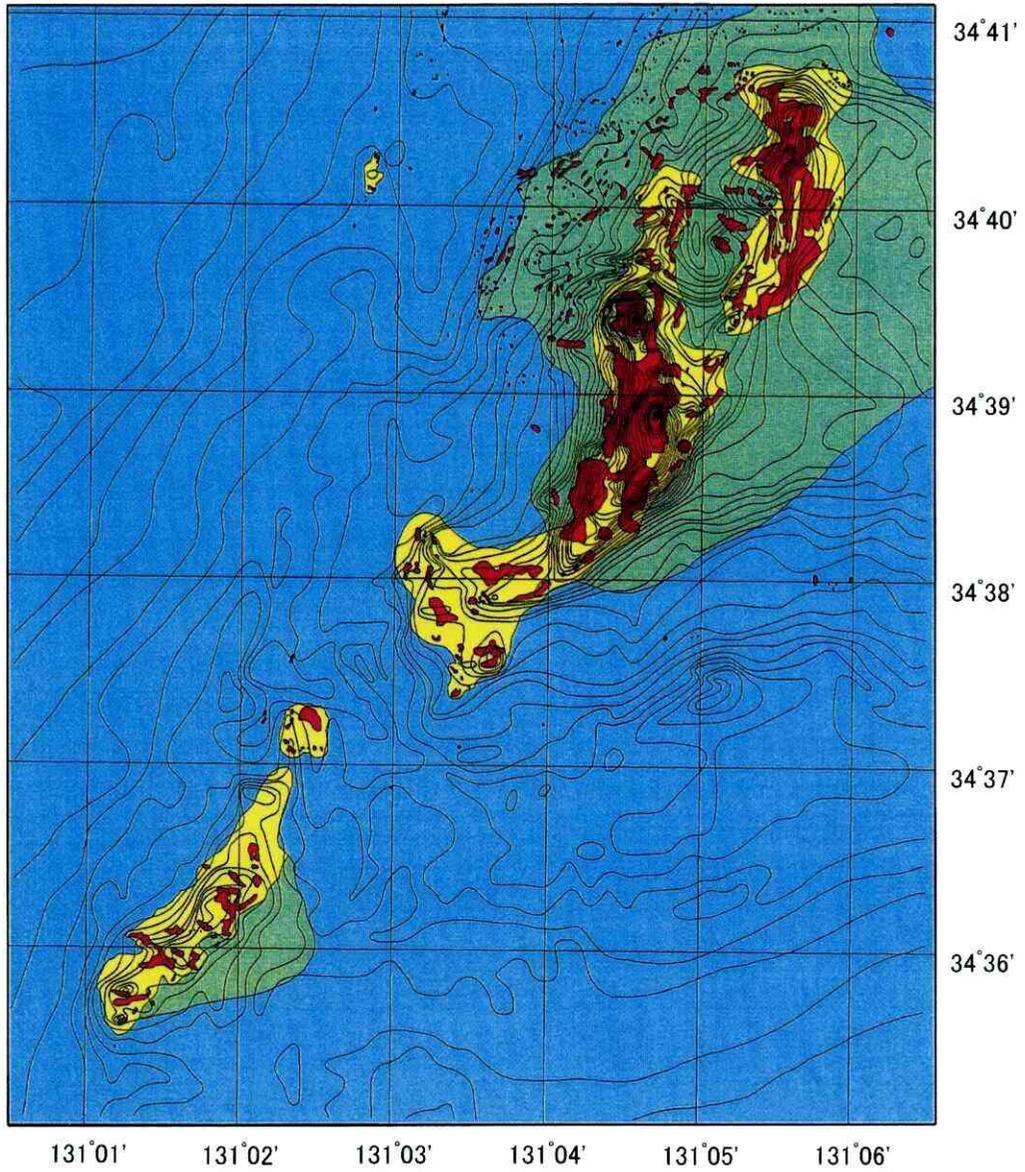


图2 海底地形

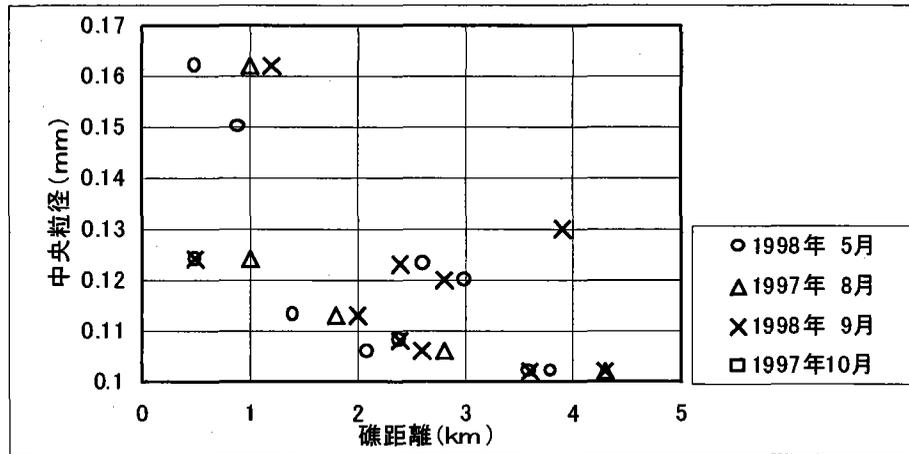


図4 礁からの距離と中央粒径の関係

対象生物の餌料環境の指標であるベントスについては、環境要因との関係は明確でないが、98年9月については、礁に近いほどベントスの湿重量が多い傾向がみられ、特に甲殻類でこの傾向が顕著であった(図5)。

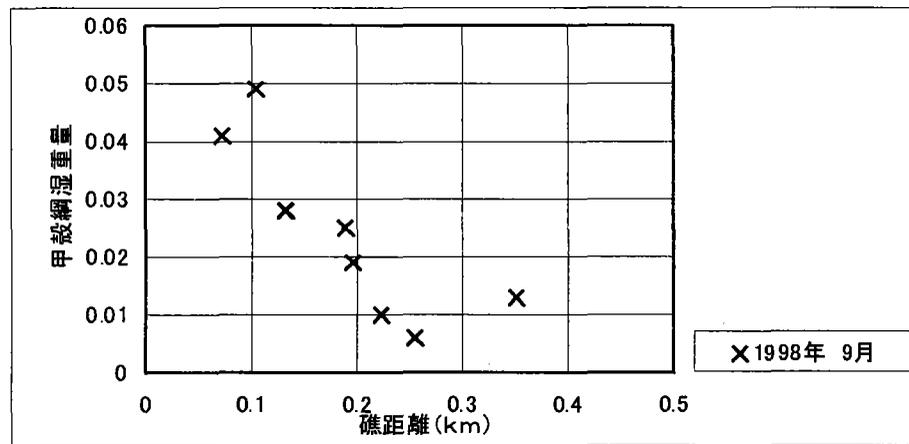


図5 礁からの距離とベントス(甲殻綱の湿重量)の関係

2 漁場形成要因調査

2.1 魚群分布

(1) 調査方法

山口県漁業調査船くろしおに搭載している計量魚群探知機(古野電気社 FQ70)により調査を行った。なお、船速は8ノットで東西方向に航行し、0.1マイルごとにデータを収録した。(調査測線:平成9年度12線×2回,平成10年度12線×2回,平成11年度4線×2回)

(2) 調査結果

対象海域においては、魚群(浮魚)と考えられる約-65dBのSS値が観測されたのは、概ね主瀬、南離れ、北離れ付近の水深40~60mであった。

2.2 資源生態調査

(1) 試験操業調査

1) 方法

調査は小型底曳網手繰り第1種（以下、小底1種）、延縄（以下、たい縄、あま縄）、沖建網を用船により、建網を水産研究センター所属の調査船により行なった。

小底1種による試験操業は、操業が不可能な瀬の直上や直近を除く海域における魚類の生息状況を定量的に把握するため、H9年8,10月、H10年5,9月、H11年4,8月に実施した。延縄による試験操業は水平的な分布特性を把握するために、たい縄ではマダイを主な漁獲対象種としてH9年8,10月、H10年4,9月、H11年4月に、あま縄ではアカアマダイを主な漁獲対象種としてH9年9,10月、H10年5月に実施した。沖建網による試験操業はヒラメを漁獲対象種としてH10年12月に実施した。建網による試験操業は礁高の違いによる魚類の増集状況の差異を把握するため原則として毎月一回実施した。

2) 結果及び考察

(a) 小底1種

漁獲量の多いキダイの分布状況を基にして調査海域を7ブロックに分け（図6）、ブロック別漁獲状況は図7に示した。

漁獲重量については、5月はブロック4（主瀬と南離れの間）ではアンコウが優先していたが、他のほとんどのブロックではウマヅラハギが優先していた。ウマヅラハギは5月が成熟期に当ることから産卵のため回遊してきたものと考えられる。

8月は調査点が少ないので比較は難しいが、ブロック1（主瀬の西の「のま」）ではアカアマダイが、ブロック2（主瀬の西）ではキダイが、ブロック6（南離れの西）ではキダイが、ブロック7（南離れの東）ではマエソがそれぞれ優先していた。また、主瀬と南離れの西側海域ではケンサキイカがみられた。

（「のま」とは礁や起伏が無く、平坦な形状の海底を意味する、山口県日本海側の漁業者用語）

9月は全ブロックともキダイが優先して漁獲されており、特に南離れの両側で多かった。ケンサキイカは北部域でみられた。キダイのこの状況は、卓越年級群の可能性が窺えた。

10月はブロック毎に様々な魚種が漁獲されており、分布に多様性がみられた。

漁獲尾数については、5月は全域でナツハリゴチ、次いでキダイが多かった。8月ではキダイ、チダイ、マエソ、カイワリ、ケンサキイカがみられた。9月では漁獲重量と同様全域でキダイが優先し、次いで北部ではケンサキイカが多くみられた。10月では各ブロックで魚種が異なり特定の傾向はなく魚種に多様性がみられた。

対照海域を設けた調査では、キダイについては成魚の漁獲尾数は調査海域、対照海域ともあまり差がなかった。しかし、130mmSL以下の未成魚の漁獲尾数は調査海域の方が対照海域に比べ2～4倍多かったことから、未成魚は主に瀬の周辺を生息域としていることが窺えた。また、マダイ、チダイについては漁獲重量は調査海域の方が多い傾向がみられた。

(b) 延縄

アカアマダイは主瀬から南離れに至る瀬の西側の「のま」域に多く分布していた。マダイは5月の産卵期には瀬縁から瀬の近くの「のま」にかけてみられた。他の月は瀬から瀬縁にかけて多く分布していたことから、5月の「のま」での大型個体の分布は産卵行動と関係があるものと思われる。

(c) 沖建網

ヒラメが漁獲された場所はいずれも瀬の縁辺域で、深い方に大型魚が、瀬の上近く浅い方では比較的小型の個体が漁獲された。知見のとおりいずれも瀬の縁辺部で漁獲されているが、今回は漁獲尾数が少なかったため生息生態を解明するのに必要なデータ量は得られなかった。

(d) 建網

魚種数及び漁獲尾数については、主瀬、南離れとも平均的に5月が多く、その後徐々に低下し冬期が最

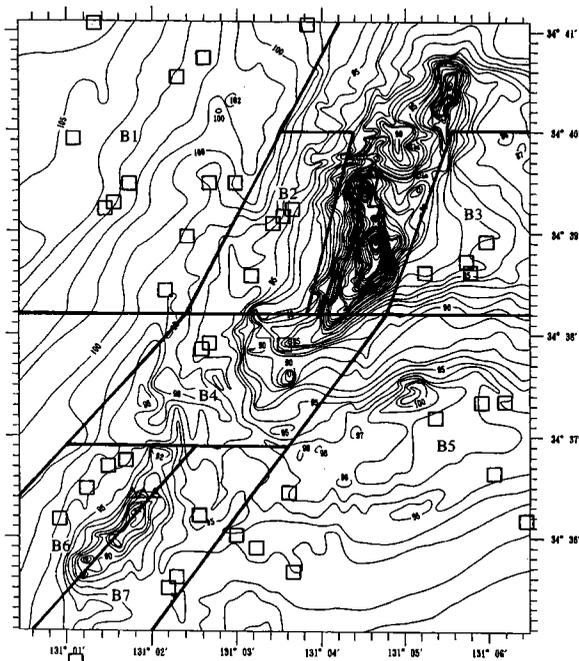


図6 調査海域のブロック区分 (B1～B7)

□ 小底1種の操業場所
 △△△ 建網の操業場所

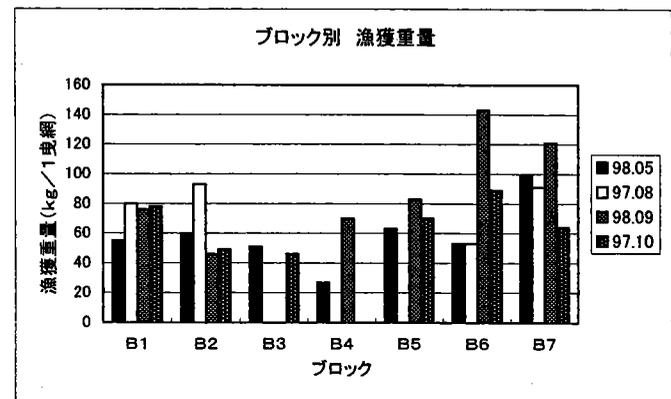
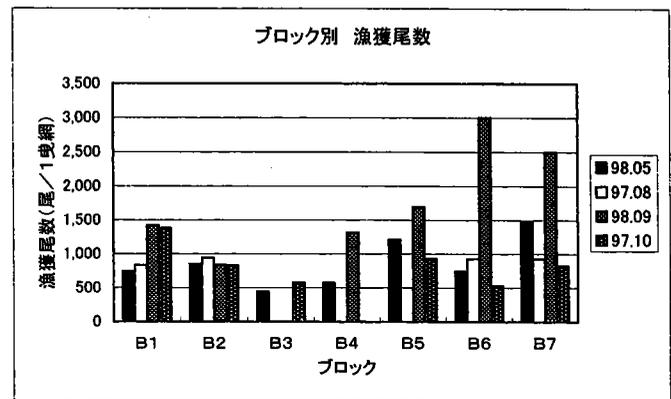
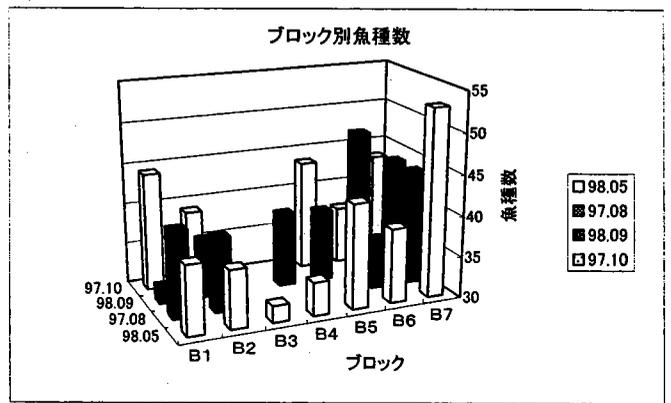


図7 ブロック別月別漁獲状況 (小底1種の試験操業)

低となったが、二つの瀬の違いはみられなかった。

漁獲された魚種は主瀬、南離れともウマツラハギが最も多く、次に多かったのは主瀬ではイラ、南離れではチダイであった。

ウマツラハギは、4月まではほとんど漁獲されなかったが5月になると急に漁獲されるようになり年間で最高を示した。その後は再び急に減少する傾向がみられた。年間平均では平成10年には瀬の高い主瀬が多かったが平成11年は逆に南離れが多く、瀬の高さと蛸集量との関係は明らかにできなかった(図8)。しかし、ウマツラハギを対象に漁獲している「ちょうちん網」が主瀬付近で操業されていることや、アイボールによる観察で主瀬の上層部に大群が確認されたことからウマツラハギは高い瀬の方に多く蛸集すると推察される。今後、瀬に対する依存度や瀬の高さと蛸集量との関係を解明する必要がある。

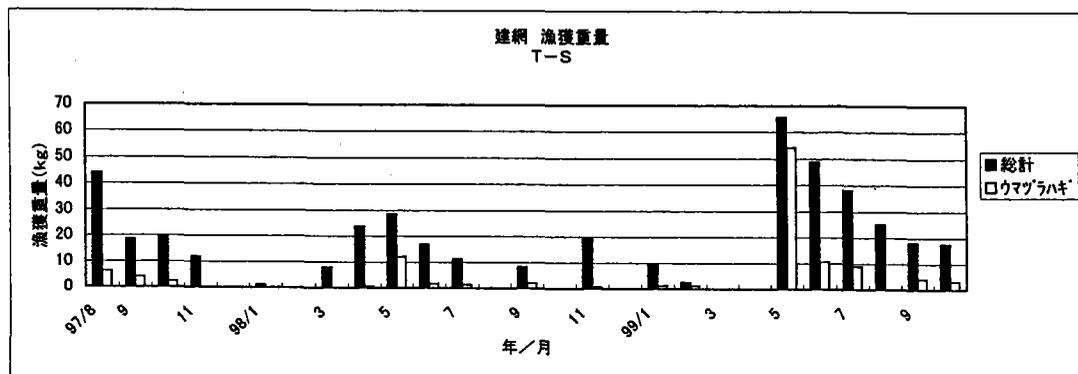
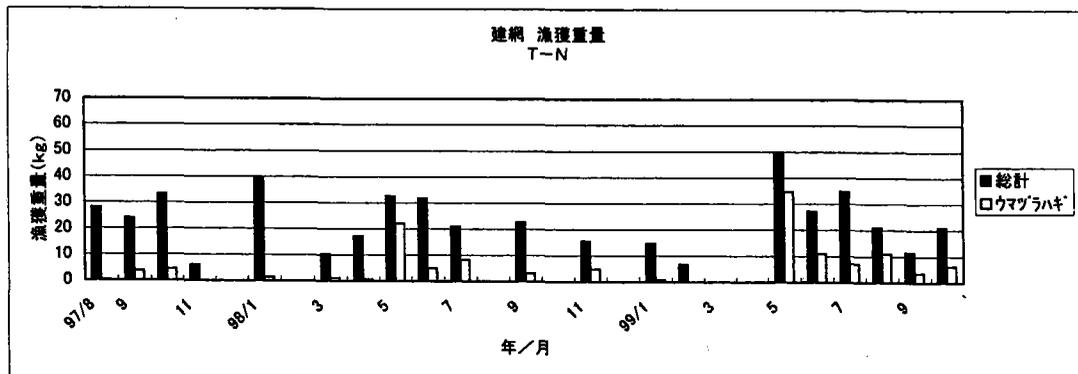
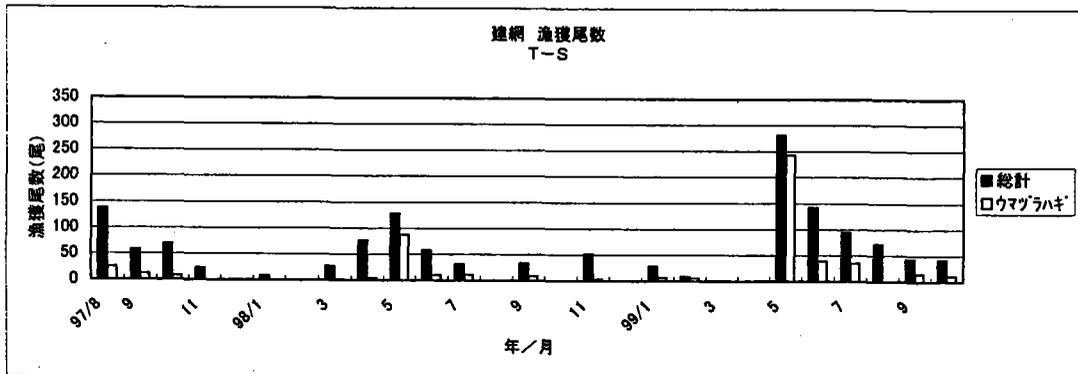
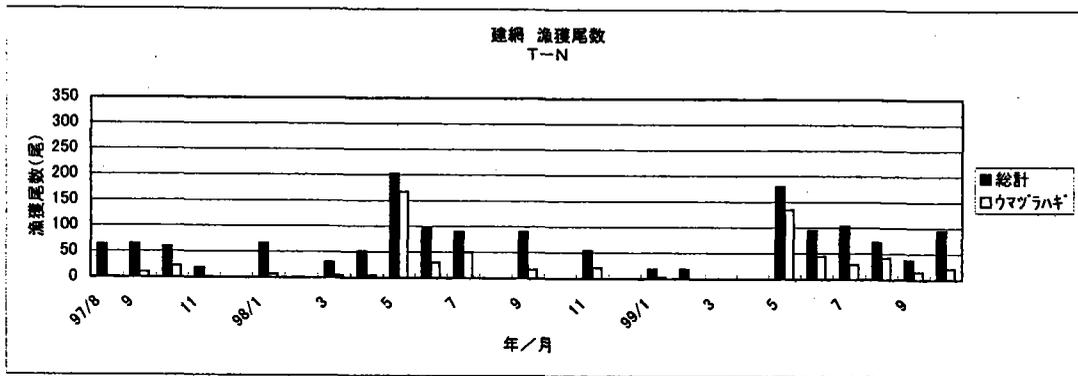


図8 ウマヅラハギの月別・礁別漁獲状況 (建網試験操業(H9 ~ H11))
T-N: 主瀬, T-S 南離れ

(2)水中ビデオカメラ観察

1)材料及び方法

主瀬の海底形状及び海底面の生物相や生物の生息状況を把握するため水産研究センターの調査船を使用して、平成10年7月6日～7日、8月3日～4日に吊り下げ式水中ビデオカメラ（アイボール）による調査を実施した。

2)結果及び考察

7月の状況については、瀬の上の状況は1～2mの岩がそびえ立っているところもあったが、ほとんどは20～50cmの岩が所々に散在し比較的平坦な地形であった。岩石にはヤギ類の仲間が群生し、また、海底にはツルモのような生物が生えて浅海藻場域を思わせるような光景であった。

昼間の海底面では、イラ等がヤギ類の間や海底を遊泳し、上層ではウマヅラハギやイサキの大群が遊泳する姿が確認できた。夜間になるとエイ類、マトウダイ等が確認された。

8月の状況については、7月に比べると潮の流れが速く、浮遊物により視界は悪く観測条件は良くなかったが、ウマヅラハギやイサキの群は確認できた。

今回の調査は、事前の予想に反して水深60mでも浅海藻場域を思わせるように生物相が豊かであり、幼稚魚が生息場や隠れ場として十分に利用できると推察されたことから、実際に海底の状況を観察し、海底の生物相や地形等の状況も考慮しながら検討することが非常に大切であると思われる。しかし、この度の観察は広い瀬の一部分の状況であり、さらに微細な様子を見るためには水深を変え広範囲に調査をする必要がある。

(3)食性調査及び成熟調査

1)材料及び方法

測定魚は試験操業で漁獲された全ての魚とし、測定項目は次のとおりである。

調査対象魚：全長、尾叉長、標準体長、体重、内臓除去体重、生殖腺重量、胃内容物査定

その他魚種：全長、尾叉長、標準体長、体重

2)結果及び考察

(a)食性（胃内容物）

マダイはクモヒトデ（41～75%）が主体で、その他甲殻類（5～20%）、アミ類の順であった。

チダイはクモヒトデ（60～94%）が主体で、次いで多毛類、アミ類の順であった。

キダイはクモヒトデ（38～67%）が主体で、次いでアミ類、甲殻類（15～20%）、魚類（12～20%）の順であった。

ソリネットによるベントス調査ではクモヒトデは広範囲に分布がみられ、特に多かったのは主瀬や南離れの周辺であった。一方、小底1種の調査では、この海域はタイ類の主な生息場所であることから、餌料の競合が起きていると推察される。しかし、クモヒトデが餌量としてどのくらいのウェイトを占めているか、また、餌料価値も検討する必要がある。

(b)成熟

成熟は生殖腺熟度指数（以下、G S I）により比較検討した。

a) キダイ

G S Iの状況から成熟個体（後述：G S Iが雄1%以上、雌2%以上）は5月、8月、9月、10月全てにみられ産卵期は5月から10月までと推察される。成熟個体の体長は5月では主体は180mmSL以上であり、9月、10月となるにつれ順次小型の個体が成熟して、10月では130～160mmSLが主体となっている。

b) マダイ

9月、10月ではG S I値は雌雄とも1%以下であり、5月は2～8%の値であることから春季が産卵

期と推察される。5月を除き漁獲された場所はほとんどが瀬上や瀬縁周辺であったが、産卵期にあたる5月には、500～700mmSLの大型魚は瀬縁よりやや離れた「のま」で漁獲された。

c)チダイ

G S Iの値は8月では1%以下、また、5、9、10月は2～10%の値であることから、産卵期は春季と秋季の2回と推察される。5月から10月まで160～240mmSLの成熟魚が漁獲された。

d)ウマツラハギ

G S Iの値は5月では2～20%、他の月は2%以下であることから、成熟は5月のみといえる。小底1種では5月はブロック4（主瀬と南離れの間）を除いて全域で漁獲され、特に主瀬の瀬縁から「のま」にかけては全漁獲重量の20～26%を占めていた。また、建網調査でも成熟個体は5月のみ漁獲され漁獲尾数は他の月より数倍から十数倍多かったことから、カキノ瀬が産卵場となっている可能性が高い。

(4)稚仔魚分布調査

1)材料及び方法

平成10年度までの調査でカキノ瀬においてキダイの未成魚、成魚、成熟魚が確認されたので、一連のライフステージをより明確にするため稚仔魚分布調査を行った。

調査は水産研究センターの調査船を使用し平成11年7月21日の夜間に5定点、22日の早朝に2定点で行なった。稚魚採集はMTDネットを用いて1m、40m、80mの3層を水平曳した。

2)結果及び考察

稚仔魚の分布数は早朝より夜間に多く、また、層別では各定点とも40m層が多かった。40m層の定点別では主瀬の西のSt.Dが345個体/1000m³、南離れ東方の「のま」のSt.Eが327個体/1000m³、次いで南離れ東のSt.Bが199個体/1000m³の順で多かった。主瀬と南離れの間は各層とも非常に少なかった。当海域で稚魚から成魚、成熟魚の分布が確認されたことから増殖機能がさらに明らかになったといえる。

(5)総合考察

1)増殖機能

キダイを対象にしてカキノ瀬の増殖機能の検討を試みた。

G S Iの周年の変化から、未熟個体のG S Iは概ね雄で1%以下、雌で2%以下である。G S Iがこの値を超えているのは、雌雄とも5月から10月の間であることから、産卵期は春季から秋季までと考えられる(図9)。成熟個体の体長は5月では160mmSL以上、主体は180mmSL以上であり、9月、10月となるにつれ順次小型の個体が成熟して、10月では130～160mmSLが主体となっている。

体長組成をみるといずれの月も60～130mmSLまでの未成魚が漁獲されている。このうち、60～80mmSLサイズの幼魚については、5月には前年生まれの60～80mmSLサイズが漁獲され、また、9月、10月にも60mmSLサイズの小型群が出現していることから、このサイズの幼魚は順次この海域に補給されているものと思われる。

また、MTDネットの水平曳調査を行った結果、カキノ瀬周辺海域において稚仔魚の分布が確認された。この稚仔魚は、ほとんどが仔魚期のものであった。卵からのふ化がマダイと同様約2日とするなら、この海域の平均的な恒流は0.3～0.6ノット程度であるので、この仔魚は15～30マイル離れた海域で産卵されたものが、2日間浮遊し当海域まで運ばれふ化したと推察される。

一方、カキノ瀬と対象海域を対比した調査では、キダイの成魚は調査海域、対照海域とも同じように分布していたが、未成魚の漁獲尾数は、対照海域に比べ調査海域の方が数倍から十数倍も多いことから、カキノ瀬が未成魚の成育場となっていることが窺える。また、アイボール観察により、主瀬ではヤギ類の生息が観察され、転石も確認されており、これらがキダイ稚仔魚の成育場や隠れ場として有効に働いている

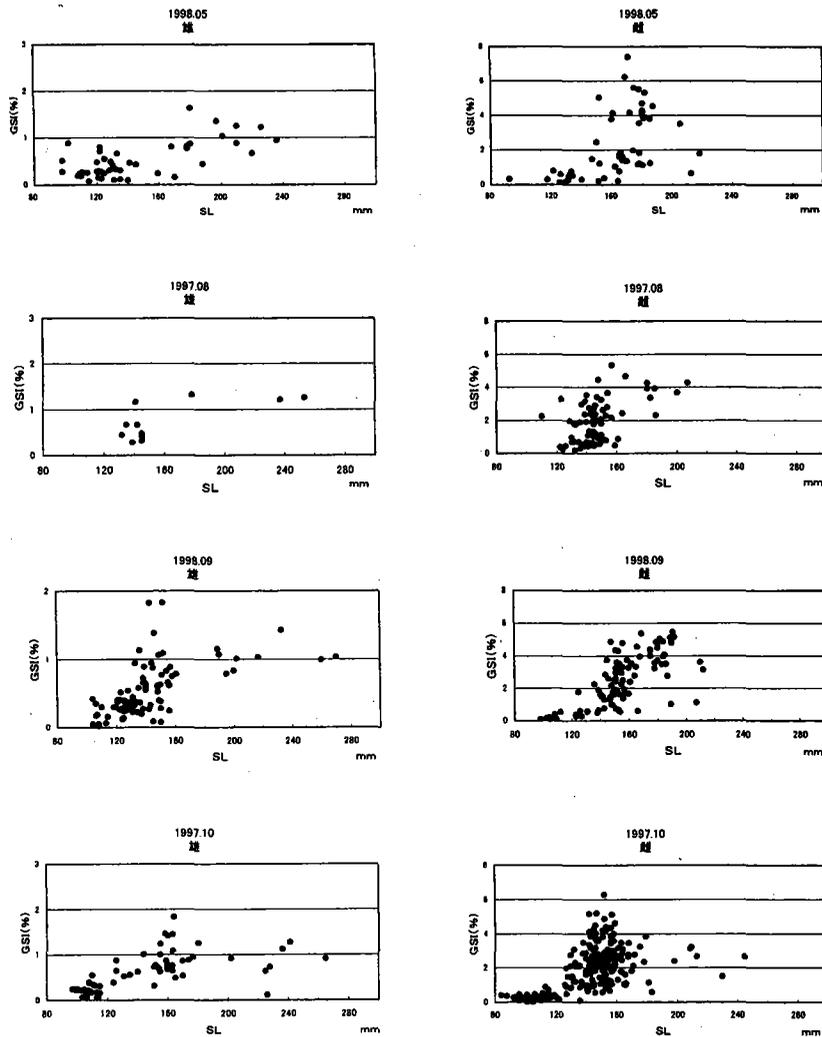


図9 キダイの雌雄別・月別GSI (小底1種)

ことが窺えた。

以上から、カキノ瀬においては仔魚（この場で産卵，ふ化した可能性は少ない）と60mm以上の未成魚、成魚、成熟魚が年間を通して生息していることから、キダイにとっては増殖場として機能していると推察された。

2) 集魚機能

建網調査において主瀬と南離れの両方で多く漁獲されたウマヅラハギについて検討を行った。

月別にみると、4月まではほとんど漁獲されなかったのが、5月になると急に漁獲されるようになり最高を示した。また、小底1種の試験操業結果からも、5月は主瀬や南離れの周辺及び「のま」に多く分布していた。GSIの月変化から成熟は雌雄とも5月で、産卵期間は約1ヶ月間と推察された。平成10年と11年の5月に建網で漁獲された雄の割合は主瀬ではそれぞれ76%と90%、南離れでは95%前後で雄が多かったが、主瀬、南離れ以外の海域では（小底1種の結果から）逆に25%と雌の方が多かった。雌雄の比率が異なる点は今後の検討課題であるが、産卵期の5月に瀬から「のま」にかけて成熟魚が広範囲に分布しているのは、産卵行動で蛸集していると考えられ、カキノ瀬が産卵場となっている可能性が窺われた。

3 漁場利用実態調査

3.1 漁場利用に関するアンケート調査

(1) 調査方法

アンケート対象範囲は山口県日本海沿岸の阿武郡田万川町から大津郡油谷町に至る2市6町とし、対象者は調査海域とその周辺海域で操業する者で、小底1種、巻き網、一本釣り、延縄（あまだい縄、たい縄、ふぐ縄）、沖建網、ヤズ刺網、ちょうちん網（ウマヅラハギを漁獲）の7漁業種類の代表者とした。

(2) 結果および考察

回答は全員から得られた。アンケート対象海域で操業する漁業種類を操業頻度の高い位順に列記すると、一本釣り、延縄、沖建網、ヤズ刺網、小底1種、巻き網、ちょうちん網となっていた。

対象海域にはカキノ瀬、見島沿岸天然礁、横瀬、八里ヶ瀬、卯持ノ瀬、タツモチノ瀬といった5箇所、1区域の天然礁が存在している。

一本釣りは見島沿岸が25%、八里ヶ瀬19%、横瀬16%の順で利用され、調査海域であるカキノ瀬の利用率は7%となっている。延縄では横瀬30%、カキノ瀬23%、見島沿岸23%の順となり、カキノ瀬の利用率は高い。沖建網は見島沿岸22%、八里ヶ瀬15%、横瀬、卯持ノ瀬およびカキノ瀬が共に14%、タツモチノ瀬7%となっている。ヤズ刺網は見島沿岸34%、カキノ瀬33%と、この両礁が主要漁場となっている。小底1種は見島沿岸34%、カキノ瀬と横瀬が共に33%と、これら3礁が主漁場となっている。巻き網は見島沿岸34%、カキノ瀬33%であり、両礁が主漁場となっている。ちょうちん網は見島沿岸が主漁場である。

このように、調査海域であるカキノ瀬周辺海域は延縄、ヤズ刺網、小底1種、巻き網の主漁場となっている。

3.2 標本船調査

(1) 調査方法

標本船は調査対象海域とその周辺海域で操業する船と、対照としてこの海域外で操業する船を抽出、選定した。記帳は、原則として、前述の期間に操業日毎に行うこととした。記帳内容は操業月日、操業場位置、使用漁具数、魚種別漁獲尾数・重量とし、漁場の利用実態を把握するため漁場利用率（（当該漁場での操業日数 ÷ 総操業日数）× 100）を用いて検討した。

(2) 結果

建網標本船A（大津郡日置町黄波戸漁協所属）：記帳期間内の操業日数は157日であった。本船は東経130度57分以西の海域で操業しており、この経度以东にあるカキノ瀬では操業していなかった。本船は天然礁および沈船魚礁を利用し、主にマダイとメダイを漁獲対象としていた。

建網標本船B（萩市三見漁協所属）：記帳期間内の操業日数は212日であった。この内、調査対象海域であるカキノ瀬とその周辺で操業した日数は54日で、漁場利用率は25%であった。

調査対象魚であるマダイの期間を通したCPUEは0.0～18.8尾/反で、モードは0.5尾/反に認められた。カキノ瀬における54回の操業で得られたマダイのCPUEは0.0～0.9尾/反で、他の海域よりマダイの生息量が少ないことが窺えた。

延縄標本船A（長門市通漁協所属）：記帳期間内の操業日数は220日で、この内、カキノ瀬とその周辺海域での操業日数は13日で、利用率は5.9%と低率であった。当船の漁獲対象魚はマダイ、キダイおよびアカアマダイであり、主要漁場は、カキノ瀬から真南に約10～15kmはなれた海域であった。

(3) 考察

今回、抽出した建網と延縄は主としてたい類、あまだい類を漁獲対象としていた。標本船3隻とも調査対象海域であるカキノ瀬に近傍の漁港を母港としていたが、カキノ瀬を利用する頻度は低率であった。このことはカキノ瀬がたい類やあまだい類の漁場としては大きな比重を占めていないことを意味するものと思われる。この要因としては、この海域には漁獲対象魚の生息量が少ないためなのか、他漁業種との漁場

の競合、幅輻によるものなのか等が考えられるが、現時点では不明である。

3.3 操業船分布調査

(1) 調査方法

平成10年5月、平成11年2月、4月、6月の間に延べ11日間、山口県水産研究センターの調査船に搭載したレーダーにより、カキノ瀬とその周辺海域で操業する漁船の位置及び漁業種類を調査した。

(2) 結果および考察

確認された漁業種類は延縄、いか樽流し、いか一本釣り、その他一本釣り、巻き網、ちょうちん網、小底1種の7種類であった。これらのうち、いか樽流し、いか一本釣りの操業頻度が高く、両漁業種類はケンサキイカを漁獲対象としていることから、当調査海域はケンサキイカの好漁場となっていると推察される。また、マアジを占獲する巻き網の操業が主瀬近辺で目立つことから、主瀬がマアジの主漁場となっていると思われる。さらに、ウマツラハギを漁獲対象とするちょうちん網が主瀬の頂上付近で操業されていることは、ウマツラハギの蜻集要因を探る際に考慮すべき点と考える。一方、延縄、小底1種の操業頻度は低かった。延縄は主にアカアマダイ、たい類を、小底1種は底魚全般を漁獲対象としているが、今回の調査期間中は、対象魚種の生息量が少なく、その結果、漁場が形成されなかったと思われる。

4 漁場開発方式調査

4.1 統計手法による検討

(1) 解析方法

1) 調査フロー

調査フローは、図10に示す。

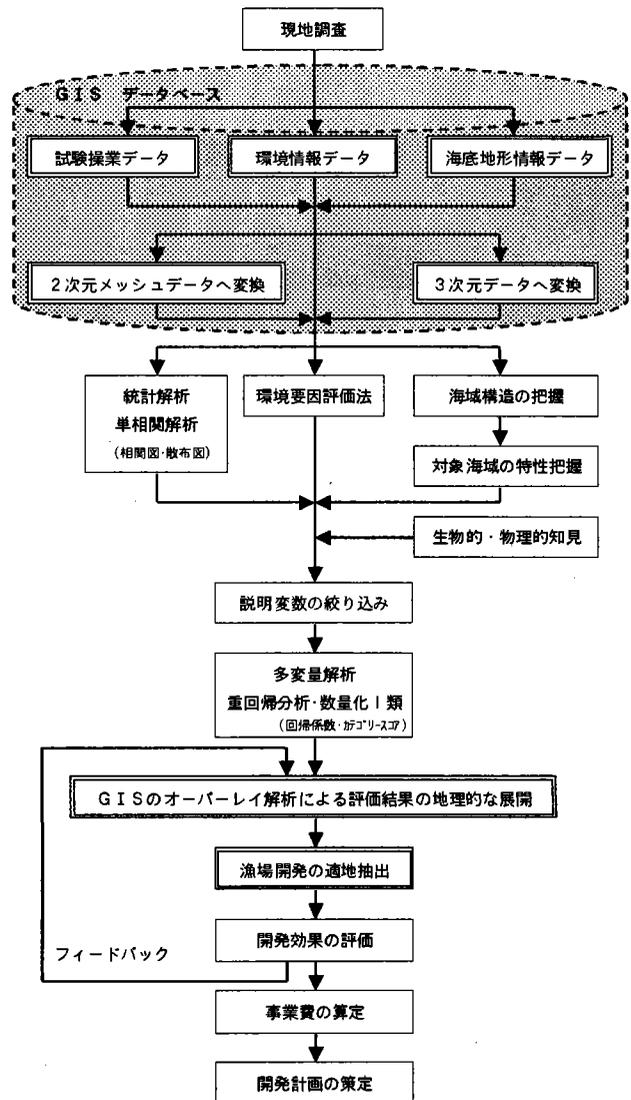


図10 調査フロー図

2)GISの利用方法

広域漁場開発にあたり、対象種の生態・生息状況/物理的環境/生物的環境の相互関係を地理的に解析するために、現地調査結果を表2に示す形式でデータベースを構築し、GISを利用して解析を行った。

表2 基本データベースの形式

情報項目		情報の形式					表示機能		備考
		地理情報(ベクタ型)			属性情報		分布図		
		点	線	面	メッシュ	数値	文字	平面	
海底地形	等深線		●			●		●	
	水深	●			●	●		●	●
環境情報	底質	底質区分			●	●	●	●	●
		中央粒径	●			●		●	
		岩	●				●		●
		礫	●				●		●
		砂	●				●		●
	泥	●				●		●	
	水質	水温	●				●		●
		塩分	●				●		●
		密度	●				●		●
	流況	流向・流速	定点観測	●			●		●
			ADCP	●			●		●
	生物	動物プランクトン	沈殿量	●			●		●
			全湿重量	●			●		●
底生生物		個体数	●			●		●	
		餌料別湿重量	●			●		●	
		餌料別個体数	●			●		●	
試験操業	小型底曳	●					●		
	建網	●					●		
	延縄	●	●				●		
魚群量	計量魚探	●			●		●		

3)要因の抽出方法(環境要因評価法)

統計的な解析を行うにあたり、解析対象種の生息(目的変数: Y)を規定する環境要因(説明変数: X)について、相関係数などを用いた統計的な手法により抽出する方法がある。

統計的な解析に用いる説明変数を設定するにあたり、まず、比較的調査地点数が少なくても、地点間の特徴を比較しながら生息を規定している環境要因を抽出できる「環境要因評価法」により検討を行った。また、好適な環境要因の条件を満足し、採集量が少ない地点については、他の環境要因との関係を検討し、不適な環境要因についても抽出を行った。

4)単相関解析の方法

前項における解析対象種と環境要因の関係の把握を踏まえ、両者の関係をXYの散布図として表示し、解析対象種であるキダイ及びウマヅラハギの生息を規定する環境要因について検討した。

5)統計解析に用いる要因の抽出方法

統計的な解析を行うにあたって、環境要因評価法、単相関解析結果、生態的な知見を踏まえ、生息を規定する環境要因で独立的な要因を多変量解析に用いる要因(説明変数)として選定した。

6)多変量解析の方法

前項で選定された解析対象種の生息を規定する環境要因を用いて、多変量解析により、生息適地の検討を行った。

7)開発手法の検討方法

漁場開発の検討は、表3に示す方針(案)にもとづき行った。

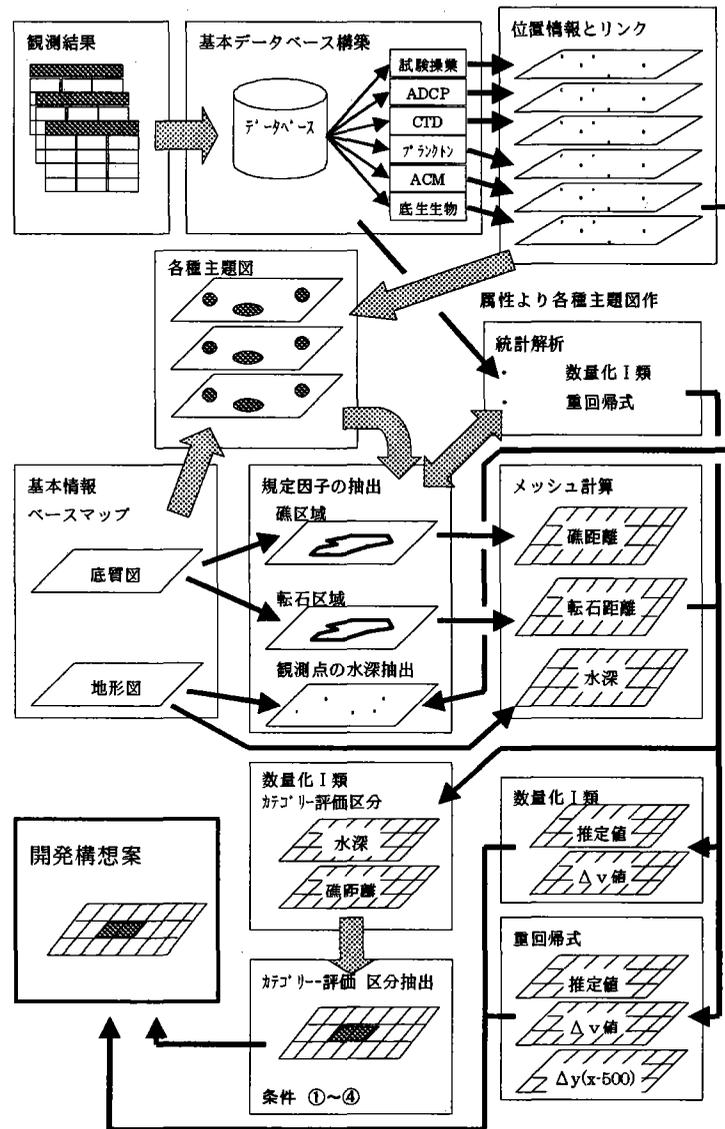


図 1 1 GISによる解析フロー

表 3 開発手法の検討方針（案）

解析対象種	漁場開発の開発方針	開発海域	開発手法
キダイ	増殖海域の開発	既存漁場の機能回復・強化 (隣接漁場の開発)	魚礁の設置
	産卵海域の開発		転石帯の造成
	保護育成海域の開発		
ウマヅラハギ	増殖海域の造成		魚礁の設置

(2)キダイの開発適地の検討

1)キダイの生息規定要因

環境要因評価法等の手法により、キダイの生息を規定している環境要因について、調査時期別に採集個体数の多い順に並び替え、各環境要因との関係を把握した。

キダイの総個体数については、5月、9月、10月では、水深が浅い地点で採集個体が多く、深い地点で少なくなっていた。8月では、水深が深い地点で採集個体が多く、浅い地点で少なくなっており、全般的にみると、キダイの生息には水深は関わりが強い要因であると考えられる。

また、5月、9月、10月で、水深などの条件が好適な環境要因の範囲にありながら、採集個体が最も少なくなっている地点があるが、これらは、採集による誤差か今回観測した環境要因以外の要因が不適な要因として関与していることも考えられる。

なお、これらの地点は、採集時の水深が8.6m以浅の地点であった。

産卵に関わる雌雄の成熟個体の合計については、5月の結果では、礁からの距離は近い地点、転石からの距離の近い地点で採集個体が多く、礁から遠い地点、転石から遠い地点で少なくなっている。

(表4)

表4(1) キダイと環境要因の関係(キダイ総数)

年/月	採点	地点	キダイ総数	水深	海底傾斜	傾斜方向	礁距離	転石距離	中央粒径	細礫	粗砂	細砂	シルト	粘土	シルト+粘土	底層水温	流向差	流速差	ハコシ濃	多毛綱	甲殻綱	蛇尾綱
1998年5月	多	K-9	385	95	0.123	0	0.5	0.7	0.162	1.5	16.4	62.5	13.4	6.2	19.6	15.6	-17	0.4	0.024	0.005	0.006	0.013
		K-11	384	94	0.064	0	2.6	2.6	0.123	0	1.1	74.1	17.5	7.3	24.8	15.55	-18	0.2				
		K-12	375	92	0.088	315	7.1	4.3	0.13	0.3	2.5	70.6	19.1	7.5	26.6	15.25	-20	0				
	少	K-10	92	96	0.181	225	3	1.2	0.12	0	2.6	68.6	20.7	8.1	28.8	15.2	-26	0.2				
		K-7	55	103	0.086	315	3.6	0.7	0.102	0	0.8	67	23.6	8.6	32.2	15.43	-24	0.1				
		K-4	18	83	0.127	135	0.9	1	0.15	0	2.3	81.1	12.1	4.5	16.6	15.22	-34	0.2	0.024	0.006	0.004	0.014
1997年8月	多	K-2	184	101	0.178	315	2.8	1.7	0.106	0.2	1.4	67.6	22.8	8	30.8	19.54	-46	0.5	0.0329	0.0055	0.0152	0.0122
		K-5	120	100	0.102	315	1	1	0.124	0.2	1.7	74.2	17.2	6.7	23.9	19.65	-36	-0.3	0.5369	0.0046	0.0127	0.5196
	少	K-6	64	95	0.092	0	1	1.2	0.162	1.5	16.4	62.5	13.4	6.2	19.6	20.3	-151	0	0.0188	0.0001	0.0115	0.0072
K-3		46	99	0.07	315	1.8	0.9	0.113	0	1.4	69.2	22.1	7.3	29.4	19.44	-12	0.1	0.0206	0.0005	0.0107	0.0094	
1998年9月	多	K-5	2517	97	0.351	315	0.5	0.6	0.124	0.2	1.7	74.2	17.2	6.7	23.9	18.97	-16	0	0.078	0.009	0.013	0.056
		K-6	2068	95	0.073	45	1.2	1.3	0.162	1.5	16.4	62.5	13.4	6.2	19.6	18.96	-6	0	0.091	0.012	0.041	0.038
		K-10	1523	97	0.144	180	2.8	1.2	0.12	0	2.6	68.6	20.7	8.1	28.8	18.55	85	0.7				
	少	K-11	792	98	0.133	315	2.4	1.1	0.123	0	1.1	74.1	17.5	7.3	24.8	18.98	85	0.5	0.056	0.015	0.028	0.013
		K-7	751	103	0.104	315	3.6	0.9	0.102	0	0.8	67	23.6	8.6	32.2	18.52	70	0.1	0.11	0.035	0.049	0.026
1997年10月	多	K-3	668	99	0.255	0	2	0.5	0.113	0	1.4	69.2	22.1	7.3	29.4	19.13	29	0.1	0.015	0.002	0.006	0.007
		K-9	648	85	0.526	315	0.7	0.1	0.232	1.2	27.7	53.2	13.8	4.1	17.9	19.49	67	0.1				
		K-12	396	102	0.215	270	2.2	0.3	0.102	0	0.8	67	23.6	8.6	32.2	21.25	-19	0				
	少	K-5	140	100	0.173	315	0.7	0.7	0.124	0.2	1.7	74.2	17.2	6.7	23.9	21.38	10	0.1				
		K-10	111	96	0.122	135	2.6	1									-25	0.1				
1997年10月	多	K-1	50	102	0.189	270	4.3	1.6	0.102	0	1.8	66	24.3	7.9	32.2	21.31	-11	0				
		K-11	43	106	0.112	315	4.9	2	0.123	0	3.8	67.4	19.4	9.4	28.8	21.39	84	0				
	少	K-4	23	86	0.195	45	1.7	1.2	0.15	0	2.3	81.1	12.1	4.5	16.6	21.79	21	0.1				

表4(2) キダイと環境要因の関係(キダイ雌雄成熟個体)

年/月	採点	地点	キダイ雌雄成熟	水深	海底傾斜	傾斜方向	礁距離	転石距離	中央粒径	細礫	粗砂	細砂	シルト	粘土	シルト+粘土	底層水温	流向差	流速差	ハコシ濃	多毛綱	甲殻綱	蛇尾綱
1998年5月	多	K-5	19	96	0.173	315	0.5	0.4	0.124	0.2	1.7	74.2	17.2	6.7	23.9	15.58	-14	0.4	0.062	0.012	0.012	0.038
		K-6	7	94	0.086	135	0.5	0.9							0.0	15.6	-7	0.5				
		K-8	6	97	0.196	180	2.4	0.7	0.108	0.2	3.4	65.4	22.6	8.4	31.0	15.57	-26	0.2				
	少	K-2	2	100	0.153	45	2.1	0.8	0.106	0.2	1.4	67.6	22.8	8	30.8	15.49	-35	0.4	0.023	0.006	0.005	0.012
		K-3	2	97	0.429	315	1.4	0.3	0.113	0	1.4	69.2	22.1	7.3	29.4	15.49	-39	0.3	0.272	0.036	0.07	0.166
		K-10	2	96	0.181	225	3	1.2	0.12	0	2.6	68.6	20.7	8.1	28.8	15.2	-26	0.2				
1997年8月	多	K-12	2	92	0.088	315	7.1	4.3	0.13	0.3	2.5	70.6	19.1	7.5	26.6	15.25	-20	0				
		K-7	0	103	0.086	315	3.6	0.7	0.102	0	0.8	67	23.6	8.6	32.2	15.43	-24	0.1				
		K-5	14	100	0.102	315	1	1	0.124	0.2	1.7	74.2	17.2	6.7	23.9	19.65	-36	-0.3	0.5369	0.0046	0.0127	0.5196
	少	K-1	7	102	0.206	315	4.3	2.1	0.102	0	1.8	66	24.3	7.9	32.2	19.48	-72	0.5	0.0257	0.003	0.0118	0.0109
		K-2	5	101	0.178	315	2.8	1.7	0.106	0.2	1.4	67.6	22.8	8	30.8	19.54	-46	0.5	0.0329	0.0055	0.0152	0.0122
1998年9月	多	K-3	5	99	0.07	315	1.8	0.9	0.113	0	1.4	69.2	22.1	7.3	29.4	19.44	-12	0.1	0.0206	0.0005	0.0107	0.0094
		K-6	4	95	0.092	0	1	1.2	0.162	1.5	16.4	62.5	13.4	6.2	19.6	20.3	-151	0	0.0188	0.0001	0.0115	0.0072
		K-5	21	97	0.351	315	0.5	0.6	0.124	0.2	1.7	74.2	17.2	6.7	23.9	18.97	-16	0	0.078	0.009	0.013	0.056
	少	K-1	11	103	0.223	315	4.3	2.4	0.102	0	1.8	66	24.3	7.9	32.2	18.77	51	0.2	0.036	0.015	0.01	0.011
		K-7	10	103	0.104	315	3.6	0.9	0.102	0	0.8	67	23.6	8.6	32.2	18.52	70	0.1	0.11	0.035	0.049	0.026
1997年10月	多	K-3	3	99	0.255	0	2	0.5	0.113	0	1.4	69.2	22.1	7.3	29.4	19.13	29	0.1	0.015	0.002	0.006	0.007
		K-11	2	98	0.133	315	2.4	1.1	0.123	0	1.1	74.1	17.5	7.3	24.8	18.98	85	0.5	0.056	0.015	0.028	0.013
		K-9	0	85	0.526	315	0.7	0.1	0.232	1.2	27.7	53.2	13.8	4.1	17.9	19.49	67	0.1				
	少	K-7	20	95	0.127	315	1.7	2	0.162	1.5	16.4	62.5	13.4	6.2	19.6	21.44	-47	0.1				
K-12		20	102	0.215	270	2.2	0.3	0.102	0	0.8	67	23.6	8.6	32.2	21.25	-19	0					
1997年10月	少	K-11	15	106	0.112	315	4.9	2	0.123	0	3.8	67.4	19.4	9.4	28.8	21.39	84	0				
		K-4	4	101	0.145	180	2.3	0.9	0.106	0.2	1.4	67.6	22.8	8	30.8	21.44	-7	0				

2)単相関関係による規定要因

環境要因との関係をキダイの総個体数でみると、水深については、水深が浅い地点で、個体数が多くなっている(図12(1))。

礁からの距離については礁に近いほどキダイの総個体数が多くなり、礁距離とは負の相関がみられた(図12(2))。

また、転石地帯からの距離についても礁からの距離の関係と同様の関係がみられた。

雄の成熟個体、雌の成熟個体についても、礁からの距離が近いほど個体数が多いという同様の傾向がみられた(図12(2))。

その他、中央粒径やシルト含有量などの底質、ベントスがキダイと強く関係する環境要因としてあげられた。

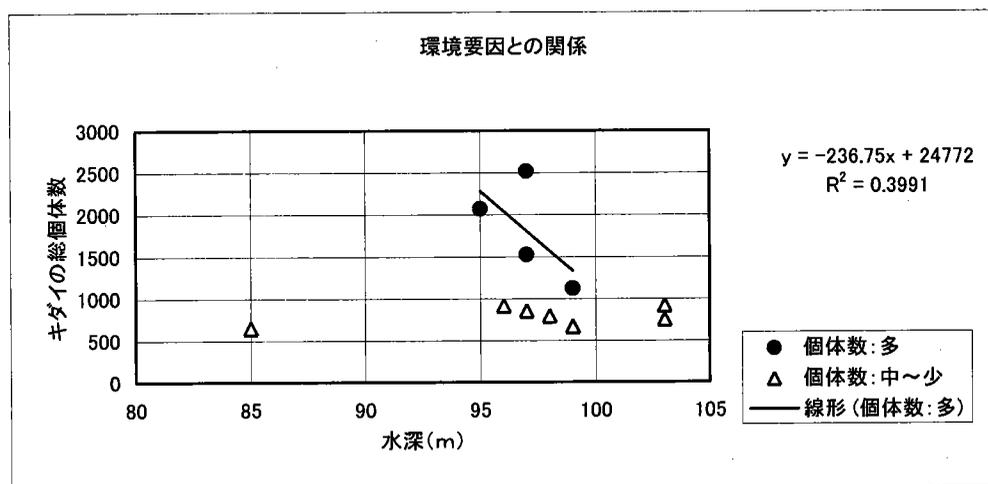


図12(1) キダイと環境要因の関係 (総個体数と水深)

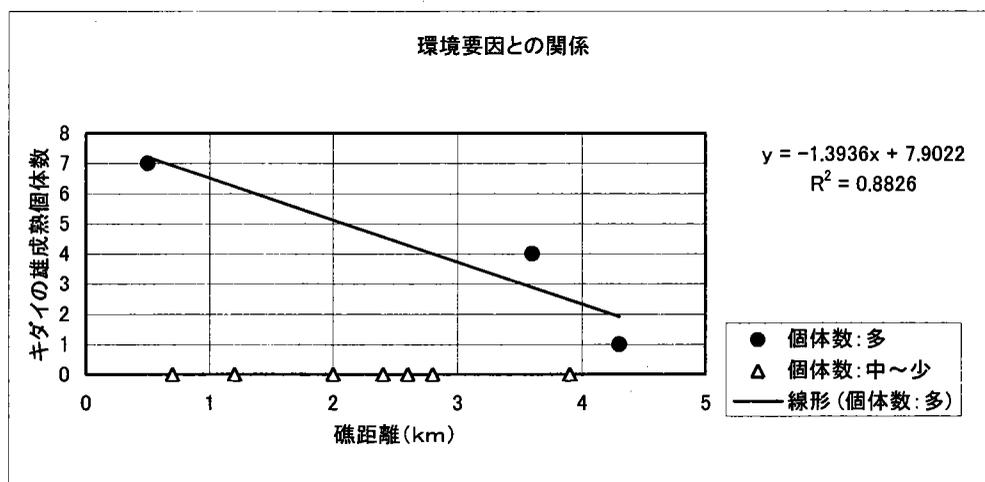


図12(2) キダイと環境要因の関係 (雄の成熟個体数と礁距離)

3)統計解析に用いる要因の抽出

キダイの漁場開発手法について、多変重解析等の統計的手法を用いるにあたり、前項までの把握を

踏まえ、説明変数としては、周年を通じキダイの生息に関わりの強い水深、中央粒径、また、キダイの生息に関わりが強く、人為的に改変が可能と考えられる礁距離、瀬距離とすることとした。

4)多変量解析による解析

キダイの出現傾向について、重回帰分析及び数量化モデルI類による環境要因との関係を解析した。

(i)重回帰分析によるキダイの規定要因

重回帰分析は、目的変数をキダイの総数、雄の成熟個体、雄の未成魚、雌の成熟個体、雌の未成魚、当歳魚(100mm以下の個体)とし、説明変数を①水深・礁距離、②水深・転石距離、③水深・中央粒径・礁距離、④水深・中央粒径・転石距離の4ケースについて、検討を行った。

表5に重回帰分析の計算結果の総括表を示す。

水深と礁距離を変数とした重回帰分析によれば、礁からの距離に近い方が分布量が多くなるのは、産卵に関係のある雄の成熟個体では5月・8月・9月、雌の成熟個体でも5月・8月・9月となっている。

また、雌の未成魚100mm以下の当歳魚では、10月に礁からの距離に近い方が分布量が多くなる傾向がみられた。

水深と転石からの距離を変数とした重回帰分析でも、礁からの距離と転石からの距離はほぼ同様に作用しているが、雌雄の成熟個体についてみると、礁からの距離を変数とした場合の方が重相関係数は高くなっている。

表5(1) 重回帰分析結果総括表

		5月	8月	9月	10月			5月	8月	9月	10月
キダイ総数	切片	434.78	-1318.77	-4445.68	-534.77	切片	14.12	-806.42	1423.63	-230.85	
	水深	-2.93	14.47	67.93	7.05	水深	0.96	8.76	-2.56	4.11	
	礁距離	16.32	-6.75	-414.18	-17.71	転石距離	66.56	29.12	-11.91	-44.47	
	重相関係数	0.24	0.61	0.63	0.43	重相関係数	0.57	0.64	0.03	0.51	
オス140(160)以上成熟	切片	1.89	-12.53	-29.19	-7.22	切片	3.76	-0.87	-15.26	-9.81	
	水深	-0.01	0.15	0.34	0.08	水深	-0.03	0.04	0.18	0.11	
	礁距離	-0.14	-0.72	-1.29	0.20	転石距離	-0.22	-1.50	-0.91	0.34	
	重相関係数	0.43	0.90	0.58	0.58	重相関係数	0.41	0.84	0.38	0.56	
オス140(160)未満	切片	-1.92	-44.28	-10.81	-64.49	切片	8.25	-26.66	-39.44	-60.02	
	水深	0.07	0.54	0.11	0.73	水深	-0.03	0.37	0.45	0.70	
	礁距離	-0.76	-1.21	2.45	0.04	転石距離	-1.30	-2.75	1.28	-0.94	
	重相関係数	0.30	0.43	0.53	0.33	重相関係数	0.30	0.43	0.42	0.34	
メス140(160)以上成熟	切片	2.93	-141.26	-56.19	-64.49	切片	6.45	-89.21	-31.62	-15.80	
	水深	0.00	1.54	0.67	0.73	水深	-0.05	1.01	0.38	0.26	
	礁距離	-0.39	-2.35	-1.64	0.04	転石距離	-0.35	-3.45	0.22	0.69	
	重相関係数	0.39	0.79	0.63	0.29	重相関係数	0.23	0.63	0.49	0.30	
メス140(160)未満	切片	1.48	-1372.00	-3.58	-156.81	切片	10.61	-1004.43	-23.01	-103.88	
	水深	0.02	14.55	0.04	1.97	水深	-0.07	10.46	0.28	1.50	
	礁距離	-0.65	-4.79	1.49	-1.86	転石距離	-1.20	21.09	0.37	-8.90	
	重相関係数	0.36	0.76	0.45	0.25	重相関係数	0.40	0.77	0.33	0.30	
当歳魚	切片	405.50	-85.10	33.55	78.22	切片	561.33	-69.11	-1743.58	64.00	
	水深	-2.03	0.91	10.11	-0.67	水深	-3.93	0.63	32.18	-0.54	
	礁距離	-14.72	2.94	25.85	0.76	転石距離	-21.44	13.00	-278.45	2.15	
	重相関係数	0.24	0.53	0.12	0.38	重相関係数	0.22	0.66	0.35	0.41	
100以上140(160)未満	切片	-89.73	-854.96	377.58	-461.68	切片	-91.44	-539.81	318.18	-204.37	
	水深	1.07	9.15	-3.51	5.76	水深	1.07	5.77	-2.86	3.28	
	礁距離	-0.29	-8.24	14.43	-14.84	転石距離	0.55	2.20	29.12	-37.80	
	重相関係数	0.71	0.70	0.43	0.46	重相関係数	0.71	0.63	0.64	0.55	
140(160)以上	切片	1.77	-424.53	-139.89	-85.28	切片	13.51	-208.02	-123.49	-69.99	
	水深	0.06	4.89	1.61	1.23	水深	-0.08	2.47	1.41	1.06	
	礁距離	-1.21	-2.44	-1.68	-1.40	転石距離	-1.25	13.89	-1.50	-1.75	
	重相関係数	0.59	0.55	0.70	0.26	重相関係数	0.37	0.61	0.69	0.25	

表5(2) 重回帰分析結果総括表

		5月	8月	9月	10月			5月	8月	9月	10月
キダイ総数	切片	-2173.84	-3608.22	-3635.06	107.57	切片	-2486.48	-3061.74	3254.92	-6.76	
	水深	14.91	34.45	60.82	2.55	水深	18.89	29.08	-18.67	2.55	
	礁距離	37.73	-4.31	-413.82	-17.62	転石距離	80.90	17.47	-5.85	-41.22	
	中央粒径	6834.83	2454.51	-940.34	-1610.19	中央粒径	6160.28	2237.73	-2109.52	-598.47	
	重相関係数	0.69	0.69	0.63	0.47	重相関係数	0.85	0.70	0.05	0.50	
オス140(160)以上成熟	切片	7.61	-30.65	-49.12	-23.28	切片	7.54	-62.23	-39.12	-23.36	
	水深	-0.05	0.31	0.52	0.19	水深	-0.06	0.59	0.39	0.20	
	礁距離	-0.17	-0.70	-1.31	0.19	転石距離	-0.23	-1.81	-0.99	0.20	
	中央粒径	-15.27	19.43	23.12	38.71	中央粒径	-10.41	60.35	27.48	34.39	
	重相関係数	0.48	0.92	0.60	0.81	重相関係数	0.43	0.99	0.41	0.76	
オス140(160)未満	切片	27.61	156.03	-133.62	48.85	切片	29.54	136.47	-162.89	52.23	
	水深	-0.13	-1.21	1.19	-0.07	水深	-0.18	-1.09	1.54	-0.09	
	礁距離	-0.78	-1.42	2.37	0.08	転石距離	-1.25	-1.91	0.87	0.72	
	中央粒径	-84.28	-214.74	142.46	-277.96	中央粒径	-64.65	-160.43	142.20	-296.81	
	重相関係数	0.31	0.72	0.60	0.43	重相関係数	0.33	0.60	0.51	0.43	
メス140(160)以上成熟	切片	2.37	-386.56	-72.35	-79.04	切片	-0.02	-481.95	-42.30	-79.77	
	水深	0.00	3.68	0.81	0.69	水深	0.00	4.52	0.47	0.68	
	礁距離	-0.40	-2.09	-1.65	-0.35	転石距離	-0.32	-5.46	0.19	-0.53	
	中央粒径	2.10	262.99	18.74	181.59	中央粒径	16.41	386.25	12.31	194.04	
	重相関係数	0.39	0.96	0.63	0.59	重相関係数	0.24	0.99	0.49	0.58	
メス140(160)未満	切片	22.23	-3117.82	70.06	-106.22	切片	24.74	-2753.39	51.64	-153.82	
	水深	-0.12	29.79	-0.80	1.50	水深	-0.17	26.08	-0.38	1.73	
	礁距離	-0.70	-2.93	1.54	-2.03	転石距離	-1.19	12.14	0.61	-11.30	
	中央粒径	-58.05	1871.68	-85.42	-12.12	中央粒径	-47.56	1720.06	-86.00	277.91	
	重相関係数	0.37	0.81	0.52	0.20	重相関係数	0.41	0.82	0.42	0.29	
当歳魚	切片	565.29	-193.25	-18508.97	122.93	切片	511.59	93.67	-22973.25	180.49	
	水深	-3.07	1.85	172.61	-0.95	水深	-3.61	-0.82	218.87	-0.96	
	礁距離	-21.87	3.05	13.13	0.92	転石距離	-24.76	13.83	-348.68	2.45	
	中央粒径	-250.25	115.95	21509.59	-143.42	中央粒径	432.38	-160.09	24455.12	-204.17	
	重相関係数	0.33	0.53	0.48	0.44	重相関係数	0.27	0.67	0.63	0.47	
100以上140(160)未満	切片	-22.14	-1891.15	1005.84	229.10	切片	-35.27	-1862.85	1143.36	135.73	
	水深	0.61	18.20	-9.01	0.94	水深	0.68	17.59	-10.12	0.93	
	礁距離	-0.62	-7.14	14.86	-14.58	転石距離	0.40	-4.57	31.85	-33.87	
	中央粒径	-183.55	1110.89	-728.79	-1746.92	中央粒径	-149.88	1301.18	-950.55	-916.04	
	重相関係数	0.77	0.77	0.52	0.54	重相関係数	0.76	0.73	0.74	0.56	
140(160)以上	切片	13.48	-1807.55	-349.39	-156.86	切片	9.22	-1620.54	-346.02	-164.07	
	水深	-0.03	16.96	3.44	1.66	水深	-0.04	15.08	3.37	1.64	
	礁距離	-1.05	-0.96	-1.82	-1.60	転石距離	-1.03	6.66	-2.24	-3.14	
	中央粒径	-38.14	1482.73	243.03	245.29	中央粒径	-3.35	1389.19	256.34	321.26	
	重相関係数	0.55	0.77	0.78	0.26	重相関係数	0.36	0.78	0.78	0.26	

(ii)数量化モデル (I類) によるキダイの規定要因

数量化モデルのI類については、重回帰分析と同様の目的変数、説明変数で検討を行った。説明変数については、データ数を考慮し、3区分のカテゴリーに区分した。

数量化モデルによる環境要因とキダイの分布状況との関係については、各要因のカテゴリースコア区分の総括表を表6に示す。

計算結果は、重回帰分析とほぼ同様に、礁距離と転石距離の要因の効き方は、礁距離に近いカテゴリーでキダイが多い場合は、転石距離も近いカテゴリーでキダイが多くなっているが、重回帰分析の結果ほどは同一の結果になっていない。また、礁距離との関係についても、水深との2項目で解析した結果と、水深、中央粒径部の3項目で解析した結果についても、似た傾向を示しているが、重回帰分析の結果ほど一致はしていない。

(3)ウマツラハギの開発適地の検討

1)ウマツラハギの生息規定要因

ウマツラハギについても、キダイと同様に、環境要因評価法等の手法により生息を規定している環境要因について、調査時期別に採集個体数の多い順に並び替え、各環境要因との関係を把握した。

ウマツラハギの総個体数については、全般的にみると、水深が浅い地点又は礁からの距離が近い地点で採集個体が多く、深い地点又は礁からの距離が遠い地点で少なくなっており、ウマツラハギの生息は、水深、礁からの距離、中央粒径が関わりが強い要因、底生動物は関わりが弱い要因であると考えられる。

(表7)

表6 数量化モデルによるカテゴリースコア区分の総括表

項目名	カテゴリー名	1997年度		1997年10月		影響値										
		5月	10月	5月	10月	5月	10月	5月	10月	5月	10月	5月	10月	5月	10月	
水深	101m未満	C-	B+	A+	A+	C-	A+	B+	A+	C-	B+	A+	C-	B+	A+	C-
	95m~100m未満	B+	C-	B-	B-	A+	C-	B+	A+	C-	B+	A+	C-	B+	A+	C-
	95m未満	A+	A+	C-	C-	B+	B+	B+	B+	A+	C-	C-	C-	C-	A+	C-
中央縦径	0.15以上	A+	B+	A+	A+	B+	B+	B+	B+	A+	C-	C-	C-	C-	A+	C-
	0.12~0.15未満	B+	B+	A+	A+	C-	C-	C-	C-	C-	C-	C-	C-	C-	A+	C-
	0.12未満	A+	A+	C-	C-	A+	A+	A+	A+	B+	A+	B+	A+	B+	A+	C-
転石距離	3以上	B+	C-	B-	A+	B+	A+	C-	C-	B+	C-	C-	C-	C-	B+	A+
	1.5~3未満	C-	A+	B+	B+	A+	B+	A+								
	1.5未満	A+	B+	A+	C-	C-	C-	C-	C-	B+	A+	B+	A+	B+	A+	C-

項目名	カテゴリー名	1997年度		1997年10月		影響値										
		5月	10月	5月	10月	5月	10月	5月	10月	5月	10月	5月	10月	5月	10月	
水深	101m未満	C-	A+	B+	A+	C-	A+	B+	A+	C-	B+	A+	C-	B+	A+	C-
	95m~100m未満	B+	C-	B-	B-	A+	C-	B+	A+	C-	B+	A+	C-	B+	A+	C-
	95m未満	A+	B-	C-	B-	A+	B-	C-	B-	A+	C-	B+	C-	B-	A+	C-
中央縦径	0.15以上	A+	B+	A+	A+	B+	B+	B+	B+	A+	C-	C-	C-	C-	A+	C-
	0.12~0.15未満	B+	C-	B-	A+	C-	C-	C-	C-	C-	C-	C-	C-	C-	A+	C-
	0.12未満	C-	A+	C-	B+	A+	A+	A+	A+	B+	A+	B+	A+	B+	A+	C-
転石距離	2以上	A+	B+	A+	A+	A+	B+	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+	C-
	1~2未満	C-	C-	C-	C-	A+	C-	C-	C-	C-	C-	C-	C-	C-	A+	C-
	1未満	B+	A+	C-	B-	A+	C-	B+	B+	A+	B+	A+	B+	A+	B+	C-

項目名	カテゴリー名	1997年度		1997年10月		影響値												
		5月	10月	5月	10月	5月	10月	5月	10月	5月	10月	5月	10月	5月	10月	5月	10月	
水深	101m未満	C-	B+	A+	B+	A+	C-	A+	B+	A+	C-	B+	A+	C-	B+	A+	C-	
	95m~100m未満	B+	C-	B-	B-	A+	C-	B+	A+	C-	B+	A+	C-	B+	A+	C-		
	95m未満	A+	A+	C-	C-	B+	B+	B+	B+	A+	C-	C-	C-	C-	A+	C-		
中央縦径	0.15以上	A+	B+	A+	A+	B+	B+	B+	B+	A+	C-	C-	C-	C-	A+	C-		
	0.12~0.15未満	B+	C-	B-	A+	C-	C-	C-	C-	C-	C-	C-	C-	C-	A+	C-		
	0.12未満	C-	A+	C-	B+	A+	A+	A+	A+	B+	A+	B+	A+	B+	A+	C-		
転石距離	3以上	B+	B+	A+	C-	B+	A+	A+										
	1.5~3未満	C-	A+	B+	B+	A+												
	1.5未満	A+	A+	B+	A+	C-	C-	C-										

項目名	カテゴリー名	1997年度		1997年10月		影響値												
		5月	10月	5月	10月	5月	10月	5月	10月	5月	10月	5月	10月	5月	10月	5月	10月	
水深	101m未満	C-	C-	A+	A+	C-	A+	B+	A+	C-	A+	B+	A+	C-	B+	A+	C-	
	95m~100m未満	B+	C-	B-	B-	A+	C-	B+	A+	C-	B+	A+	C-	B+	A+	C-		
	95m未満	A+	A+	C-	C-	B+	B+	B+	B+	A+	C-	C-	C-	C-	A+	C-		
中央縦径	0.15以上	A+	B+	A+	A+	B+	B+	B+	B+	A+	C-	C-	C-	C-	A+	C-		
	0.12~0.15未満	B+	C-	B-	A+	C-	C-	C-	C-	C-	C-	C-	C-	C-	A+	C-		
	0.12未満	C-	A+	C-	B+	A+	A+	A+	A+	B+	A+	B+	A+	B+	A+	C-		
転石距離	2以上	A+	B+	A+	A+	A+	B+	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+		
	1~2未満	C-	C-	C-	C-	A+	C-	C-	C-	C-	C-	C-	C-	C-	A+	C-		
	1未満	B+	A+	C-	A+	C-	A+	C-	B+	A+	B+	A+	B+	A+	B+	C-		

注) A:カテゴリー1位, B:カテゴリー2位, C:カテゴリー3位(カテゴリーが2位数の場合は2位)、+は正の影響度、-は負の影響度

表7 ウマヅラハギと環境要因との関係

年/月	カテゴリー	水深	海底傾斜	傾斜方向	礁距離	転石距離	中央縦径	細砂	粗砂	泥	粘土	泥+粘土	底層水深	潮流差	流速差	へん入差	多毛類	甲殻類	鈍尾綱			
1998年5月	多	K-9	150	95	0.123	0	0.5	0.7	0.162	1.5	16.4	62.5	13.4	6.2	19.6	15.6	-17	0.4	0.024	0.005	0.006	0.013
		K-1	98	102	0.17	315	3.8	2.1	0.102	0	1.8	66	24.3	7.9	32.2	15.47	-36	0.3	0.01	0.003	0.003	0.004
		K-3	81	97	0.429	315	1.4	0.3	0.113	0	1.4	69.2	22.1	7.3	29.4	15.49	-39	0.3	0.272	0.036	0.07	0.166
		K-2	81	100	0.153	45	2.1	0.8	0.106	0.2	1.4	67.6	22.8	8	30.8	15.49	-35	0.4	0.023	0.006	0.005	0.012
	少	K-10	30	96	0.181	225	3	1.2	0.12	0	2.6	68.6	20.7	8.1	28.8	15.2	-26	0.2				
		K-7	29	103	0.086	315	3.6	0.7	0.102	0	0.8	67	23.6	8.6	32.2	15.43	-24	0.1				
		K-12	27	92	0.088	315	7.1	4.3	0.13	0.3	2.5	70.6	19.1	7.5	26.6	15.25	-20	0				
		K-8	0	97	0.196	180	2.4	0.7	0.108	0.2	3.4	65.4	22.6	8.4	31.0	15.57	-26	0.2				
1997年8月	多	K-5	41	100	0.102	315	1	1	0.124	0.2	1.7	74.2	17.2	6.7	23.9	19.65	-36	-0.3	0.5369	0.0046	0.0127	0.5196
		K-6	40	95	0.092	0	1	1.2	0.162	1.5	16.4	62.5	13.4	6.2	19.6	20.3	-151	0	0.0188	0.0001	0.0115	0.0072
	少	K-2	27	101	0.178	315	2.8	1.7	0.106	0.2	1.4	67.6	22.8	8	30.8	19.54	-46	0.5	0.0329	0.0055	0.0152	0.0122
1998年9月	多	K-5	35	97	0.351	315	0.5	0.6	0.124	0.2	1.7	74.2	17.2	6.7	23.9	18.97	-16	0	0.078	0.009	0.013	0.056
		K-10	17	97	0.144	180	2.8	1.2	0.12	0	2.6	68.6	20.7	8.1	28.8	18.55	85	0.7				
		K-6	16	95	0.073	45	1.2	1.3	0.162	1.5	16.4	62.5	13.4	6.2	19.6	18.98	-6	0	0.091	0.012	0.041	0.038
		K-9	11	85	0.526	315	0.7	0.1	0.232	1.2	27.7	53.2	13.8	4.1	17.9	19.49	67	0.1				
	少	K-11	4	98	0.133	315	2.4	1.1	0.123	0	1.1	74.1	17.5	7.3	24.8	18.98	85	0.5	0.056	0.015	0.028	0.013
1997年10月	多	K-5	89	100	0.173	315	0.7	0.7	0.124	0.2	1.7	74.2	17.2	6.7	23.9	21.38	10	0.1				
		K-11	11	106	0.112	315	4.9	2	0.123	0	3.8	67.4	19.4	9.4	28.8	21.39	84	0				
		K-12	10	102	0.215	270	2.2	0.3	0.102	0	0.8	67	23.6	8.6	32.2	21.25	-19	0				
		K-3	4	99	0.474	315	0.9	0.2	0.113	0	1.4	69.2	22.1	7.3	29.4	21.51	12	0.1				
	少	K-10	2	96	0.122	135	2.6	1							0.0		-25	0.1				
		K-2	1	101	0.145	180	2.3	0.9	0.106	0.2	1.4	67.6	22.8	8	30.8	21.44	-7	0				
		K-6	1	93		2	2								0.0							
		K-8	1	97	0.126	0	2.2	1.9	0.123	0	1.1	74.1	17.5	7.3	24.8	21.49	-39	-0.1				

2)単相関関係による規定要因

水深については、5月、8月、9月について、95~105mに分布が多い傾向がみられ、98年5月では、この値の範囲では、正の相関がみられた(図13(1))。

礁からの距離では、いずれの月でも礁に近い方が総数が多いという関係がみられ、転石からの距離についても同様の傾向がみられた(図13(2))。

一般的にウマヅラハギの生息を規定している要因については、水深、礁からの距離が関与し、月の変化が少ない傾向がみられた。

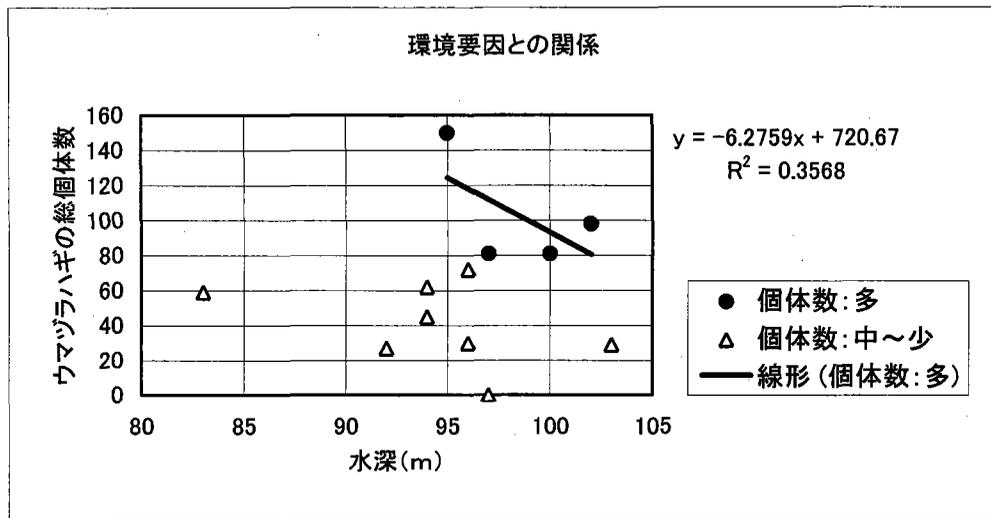


図 1 3 (1) ウマヅラハギと環境要因との関係 (水深)

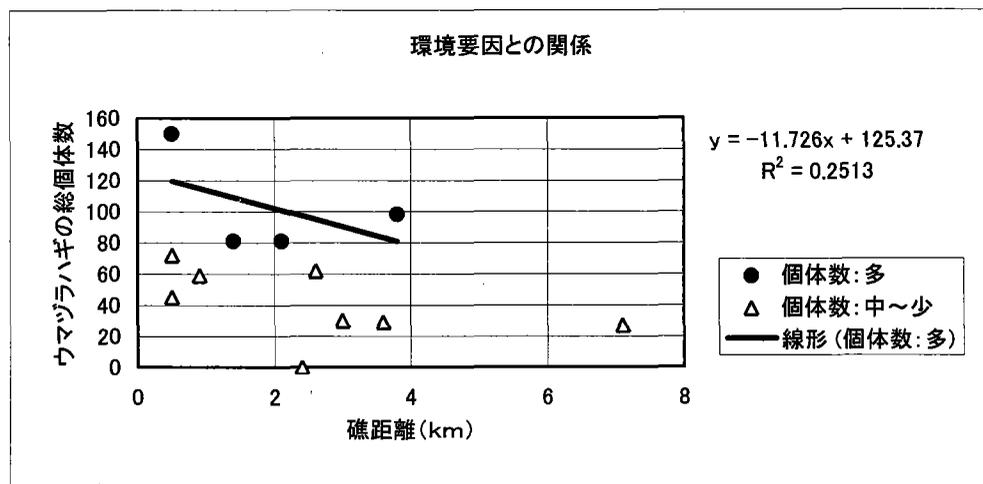


図 1 3 (2) ウマヅラハギと環境要因との関係 (礁距離)

3)統計解析に用いる要因の抽出

ウマヅラハギの多変重解析に用いる要因(説明変数)については、キダイと同様、前項までの把握を踏まえ、水深、中央粒径、礁距離、瀬距離とすることとした。

4)多変量解析による解析

(i)重回帰分析によるウマヅラハギの規定要因

回帰分析の計算結果の総括表は、表 8 に示す。

水深と礁距離を変数とした重回帰分析によれば、ウマヅラハギは、各月とも、礁(及び転石)からの距離が近い方が分布量が多く傾向を示した。

表8 重回帰分析結果総括表

		5月	8月	9月	10月			5月	8月	9月	10月
ウマツラハギ総数	切片	-23.61	58.98	-17.30	-86.38	切片	50.15	127.01	67.48	-34.72	
	水深	1.11	-0.16	0.42	1.15	水深	0.20	-0.81	-0.80	0.56	
	礁距離	-9.24	-4.30	-6.01	-5.15	礁石距離	-6.52	-9.19	-0.25	-5.54	
	重相関係数	0.44	0.92	0.62	0.39	重相関係数	0.20	0.90	0.29	0.26	
ウマツラハギ総数	切片	-748.12	-57.33	1.79	-194.72	切片	-804.48	-254.03	101.02	-213.28	
	水深	6.10	0.86	0.25	1.82	水深	8.24	2.60	-0.89	1.72	
	礁距離	-6.57	-4.17	-6.00	-5.36	礁石距離	-3.65	-11.14	-0.14	-9.45	
	中央粒径	1992.75	124.71	-22.14	362.01	中央粒径	2247.80	374.74	-38.63	588.05	
	重相関係数	0.78	0.93	0.62	0.43	重相関係数	0.73	0.98	0.29	0.38	
9805ウマツラハギオス160以上成熟	切片	19.47									
	水深	-0.15									
	礁距離	0.36									
	重相関係数	0.32									
9805ウマツラハギオス180以上成熟	切片	12.84									
	水深	-0.09									
	礁石距離	0.97									
	重相関係数	0.43									
9805ウマツラハギオス180以上成熟	切片	4.99									
	水深	-0.05									
	礁距離	0.38									
	重相関係数	0.35									
9805ウマツラハギオス160以上成熟	切片	0.18									
	水深	0.00									
	礁石距離	0.97									
	重相関係数	0.46									
9805ウマツラハギオス160以上成熟	切片	-19.97									
	水深	0.35									
	礁距離	-0.75									
	重相関係数	0.28									
9805ウマツラハギオス160以上成熟	切片	-17.87									
	水深	0.31									
	礁石距離	0.21									
	重相関係数	0.21									
9805ウマツラハギオス160以上成熟	切片	-180.01									
	水深	1.45									
	礁距離	0.14									
	重相関係数	0.72									
9805ウマツラハギオス160以上成熟	切片	-187.71									
	水深	1.52									
	礁石距離	0.92									
	重相関係数	0.74									

(ii) 数量化モデル (I類) によるウマツラハギの規定要因

数量化モデルによる環境要因とウマツラハギの分布状況との関係については、各要因のカテゴリースコア区分の総括表を表9に示す。

ウマツラハギについて、数量化モデルによる推定式による分布域をみると、解が得られた5月及び10月で、重回帰分析の結果と同様、礁からの距離が近いカテゴリーが効いている。

表9 数量化モデルによるカテゴリースコア区分の総括表

項目名	カテゴリー名	9710ウマツラハギ総数	9805ウマツラハギ総数	9805ウマツラハギオス160以上成熟	9805ウマツラハギオス160未満	9805ウマツラハギオス160以上成熟	9805ウマツラハギオス160未満	9809ウマツラハギ総数
		カテゴリー-評値	カテゴリー-評値	カテゴリー-評値	カテゴリー-評値	カテゴリー-評値	カテゴリー-評値	カテゴリー-評値
水深	101m以深	A+	A+	B-				
	96m~100m以浅	C-	C-	C-				
	95m以浅	B-	B-	A+				
中央粒径	0.15以上	B+	B+	C-				
	0.12~0.15未満	A+	A+	B+				
	0.12未満	C-	C-	A+				
礁距離	3以上	C-	C-	B-				
	1.5~3未満	B-	B-	C-				
	1.5未満	A+	A+	A+				

水深・中央粒径・礁石距離

項目名	カテゴリー名	9710ウマツラハギ総数	9805ウマツラハギ総数	9805ウマツラハギオス160以上成熟	9805ウマツラハギオス160未満	9805ウマツラハギオス160以上成熟	9805ウマツラハギオス160未満	9809ウマツラハギ総数
		カテゴリー-評値	カテゴリー-評値	カテゴリー-評値	カテゴリー-評値	カテゴリー-評値	カテゴリー-評値	カテゴリー-評値
水深	101m以深	A+	A+	B+				
	96m~100m以浅	C-	B+	A+				
	95m以浅	B-	C-	C-				
中央粒径	0.15以上	B+	A+	A+				
	0.12~0.15未満	A+	B-	B-				
	0.12未満	C-	C-	C-				
礁石距離	2以上	C-	A+	A+				
	1~2未満	B+	C-	C-				
	1未満	A+	B+	C-				

水深・礁距離

項目名	カテゴリー名	9710ウマツラハギ総数	9805ウマツラハギ総数	9805ウマツラハギオス160以上成熟	9805ウマツラハギオス160未満	9805ウマツラハギオス160以上成熟	9805ウマツラハギオス160未満	9809ウマツラハギ総数
		カテゴリー-評値	カテゴリー-評値	カテゴリー-評値	カテゴリー-評値	カテゴリー-評値	カテゴリー-評値	カテゴリー-評値
水深	101m以深	A+	A+	B+				
	96m~100m以浅	C-	C-	C-				
	95m以浅	B+	B-	A+				
礁距離	3以上	C-	C-	B+				
	1.5~3未満	B-	B-	C-				
	1.5未満	A+	A+	A+				

水深・礁石距離

項目名	カテゴリー名	9710ウマツラハギ総数	9805ウマツラハギ総数	9805ウマツラハギオス160以上成熟	9805ウマツラハギオス160未満	9805ウマツラハギオス160以上成熟	9805ウマツラハギオス160未満	9809ウマツラハギ総数
		カテゴリー-評値	カテゴリー-評値	カテゴリー-評値	カテゴリー-評値	カテゴリー-評値	カテゴリー-評値	カテゴリー-評値
水深	101m以深	A+	B+	B+				
	96m~100m以浅	C-	C-	C-				
	95m以浅	B+	A+	A+				
礁石距離	2以上	B-	B-	A+				
	1~2未満	C-	C-	B+				
	1未満	A+	A+	C-				

注) A: カテゴリースコア1位, B: カテゴリースコア2位, C: カテゴリースコア3位 (カテゴリーが2変数の場合は2位), +は正の影響度, -は負の影響度

(4)統計手法による開発手法の検討

1)統計手法によるキダイの漁場開発適地の検討

(i)キダイにおける魚礁設置による分布増加の推定

キダイの産卵に関わっていると考えられる雌雄の成熟個体について、魚礁設置による分布増加の推定量を、図14に示す。

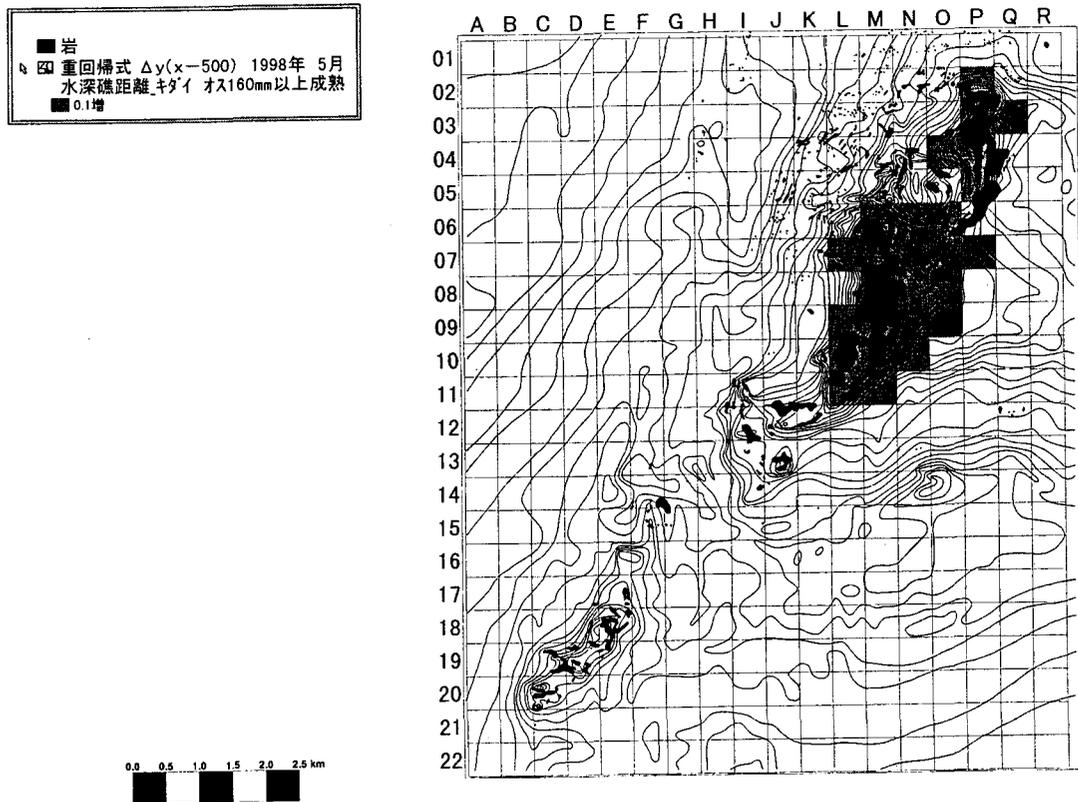


図14(1) 分布増加の推定量 (キダイ:雄:160cm:5月)

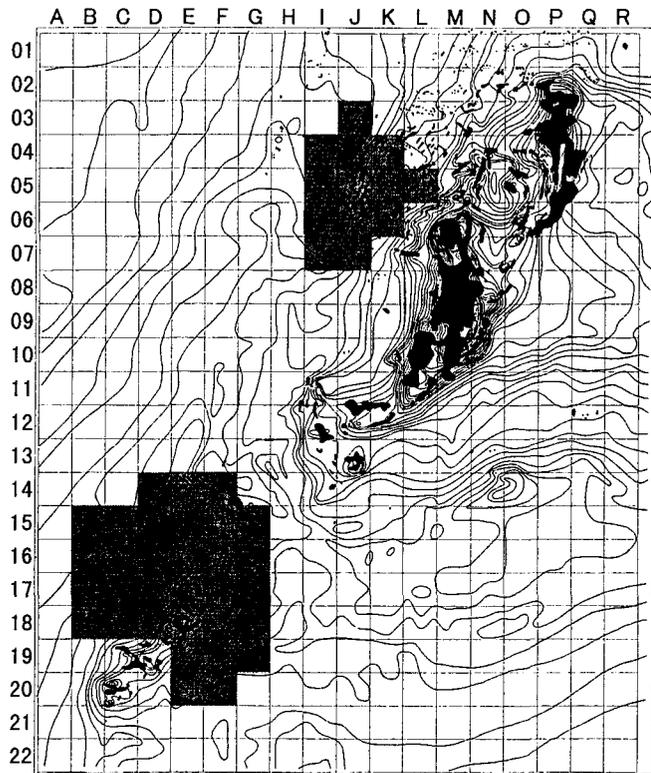
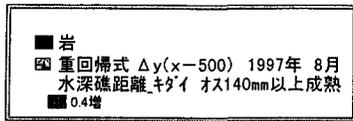


図14(2) 分布増加の推定量 (キダイ:雄:140cm:8月)

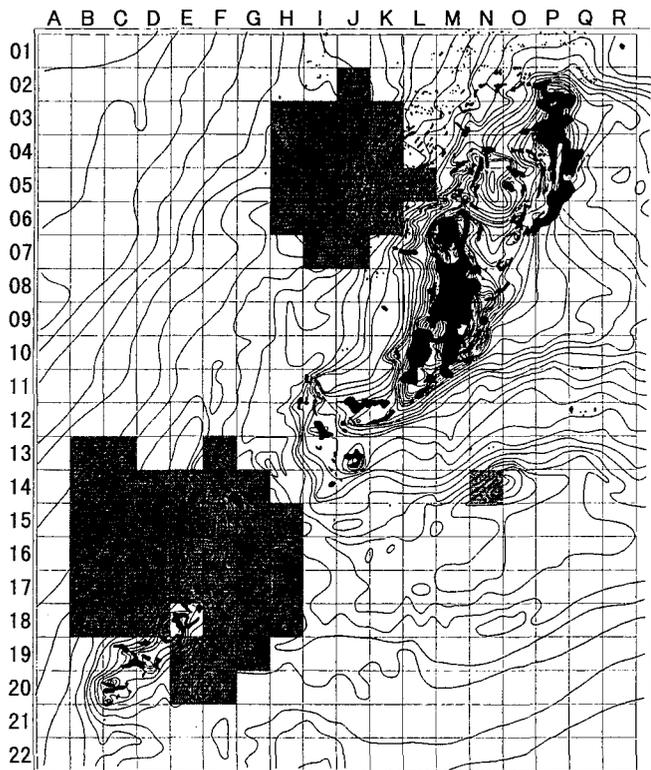
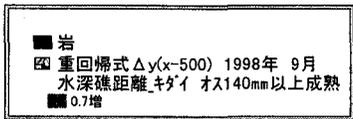


図14(3) 分布増加の推定量 (キダイ:雄:140cm:9月)

■ 岩
 □ 重回帰式 $\Delta y(x-500)$ 1998年 5月
 水深礁距離 キダイ $\geq 160\text{mm}$ 以上成熟
 ▨ 0.2増

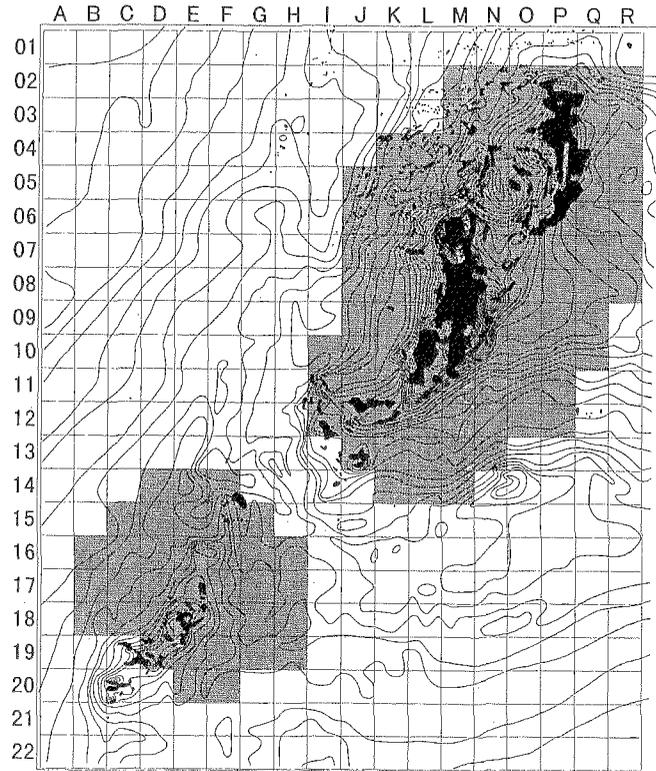
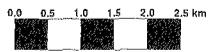


図 1 4 (4) 分布増加の推定量 (キダイ : 雌 : 1 6 0 c m : 5 月)

■ 岩
 □ 重回帰式 $\Delta y(x-500)$ 1998年 9月
 水深礁距離 キダイ $\geq 140\text{mm}$ 以上成熟
 ▨ 0.6増

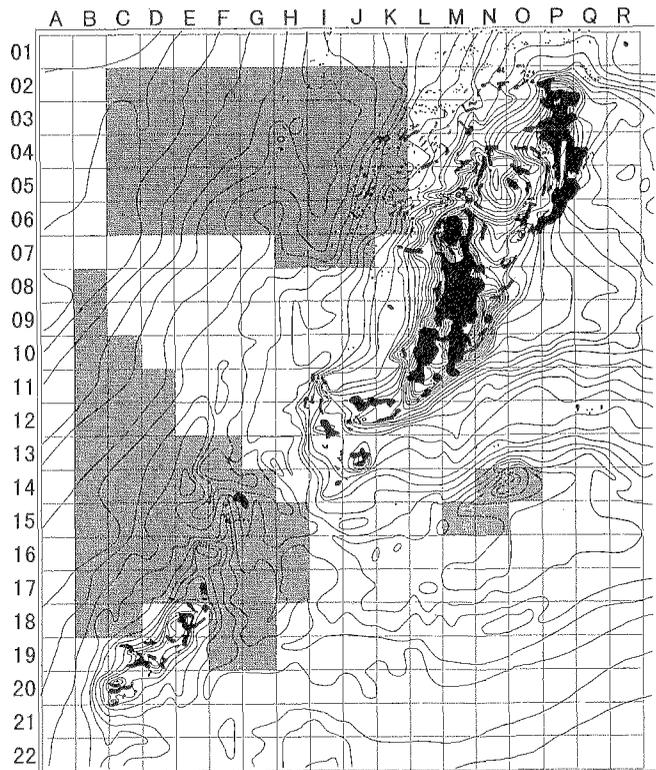


図 1 4 (5) 分布増加の推定量 (キダイ : 雌 : 1 4 0 c m : 9 月)

(ii)キダイにおける開発適地の抽出

キダイの増殖海域の適地は、産卵に關与する雌雄の成熟個体が分布する海域で、環境要因のうち人為的改変が可能である「礁」の設置により、分布増加が期待できる海域であると考えられる。

雄が礁に依存している5月、8月、9月の3ヶ月について図14に示した分布増加のメッシュを月数で重ね合わせたものを図15(1)に、雌の5月、9月の2ヶ月について、月数で重ね合わせたものを図15(2)に示す。

これらの海域が、キダイの産卵期における雄及び雌の分布増加が期待できる海域であると考えられる。

産卵海域としての適地の選定方法については、両者にも分布する海域が適地であると考えられ、雌雄のそれぞれの重複するメッシュの値の積を評価点とし、増殖海域の適地とし、図16に示す。

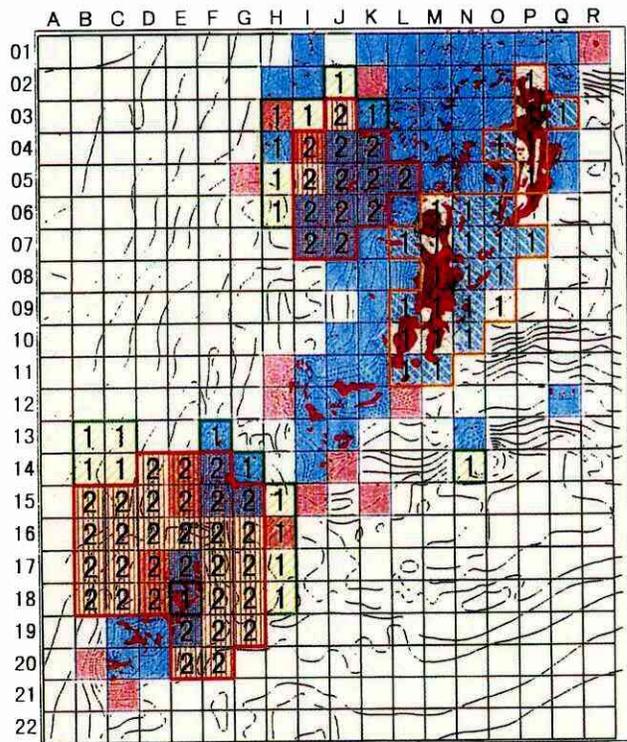


図15(1) 魚礁設置効果の高い海域 (キダイ:雄)

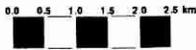
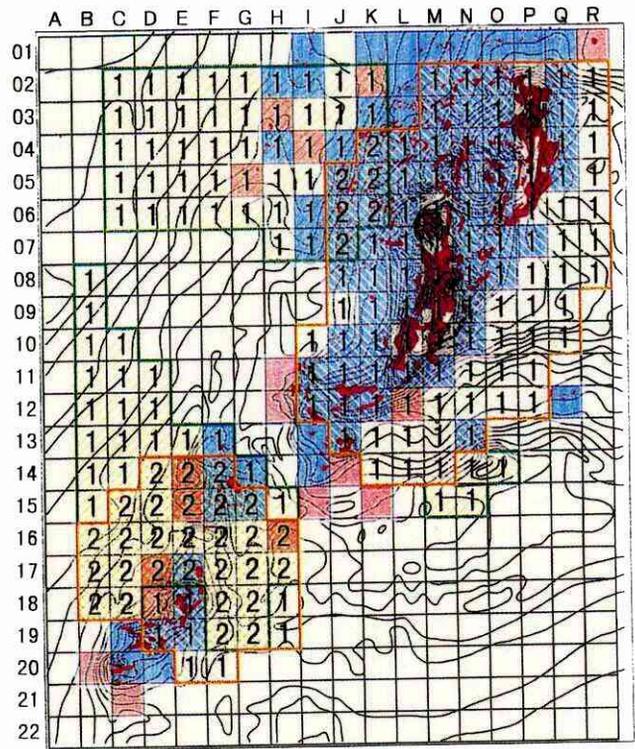
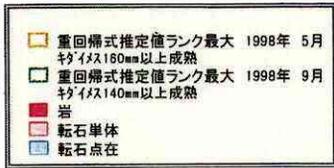


図 15(2) 魚礁設置効果の高い海域 (キダイ: 雌)

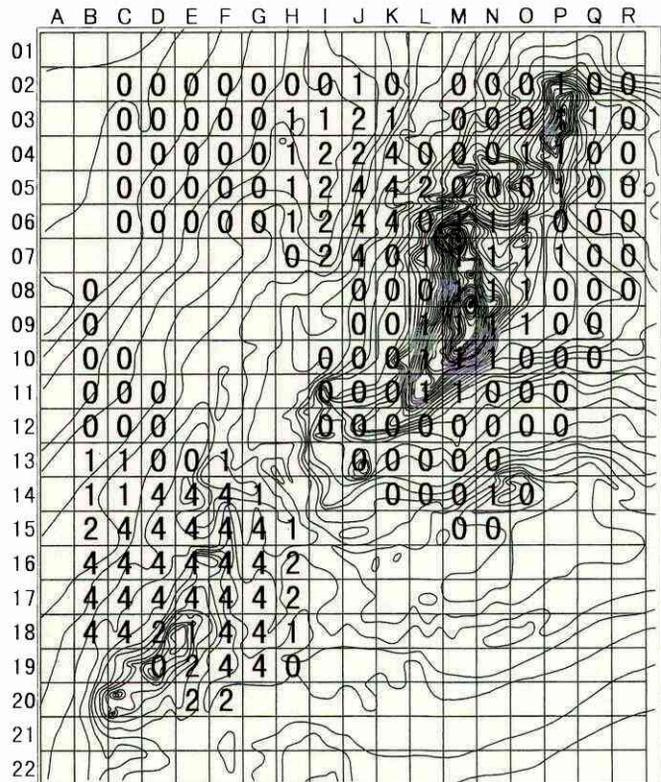
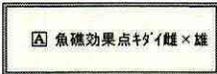


図 16 キダイの増殖海域の適地 (魚礁設置効果の高い海域)

2)統計手法によるウマツラハギの漁場開発適地の検討

(i)ウマツラハギにおける魚礁設置による分布増加の推定

ウマツラハギについても、キダイと同様の考え方で、増殖適地を抽出した。

なお、ウマツラハギは、採集された個体数が少ないため、雌雄別、体長別について、統計的な解析ができなかったため、総数における分布増加の推定量を図17に示す。

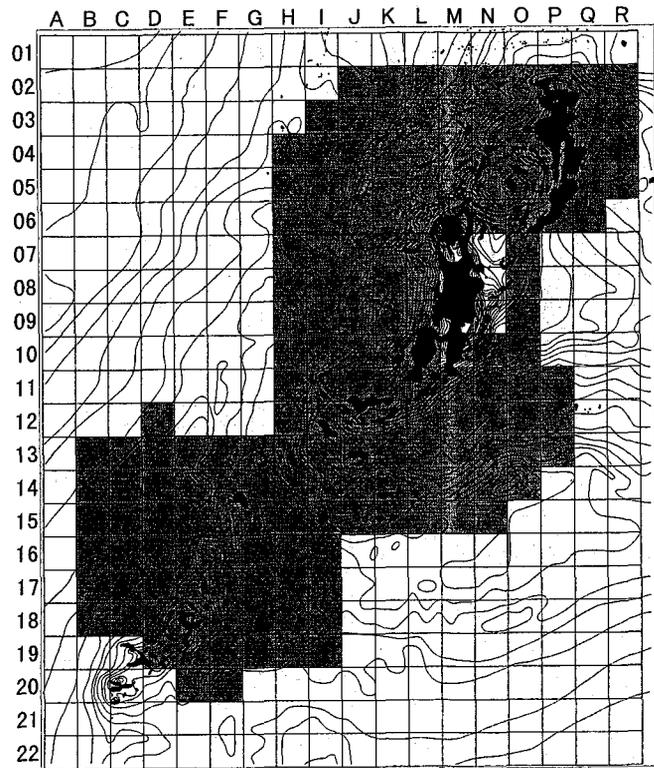
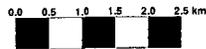
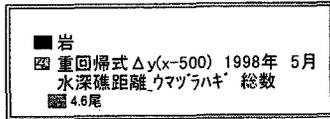


図17(1) 分布増加の推定量 (ウマツラハギ:総数:5月)

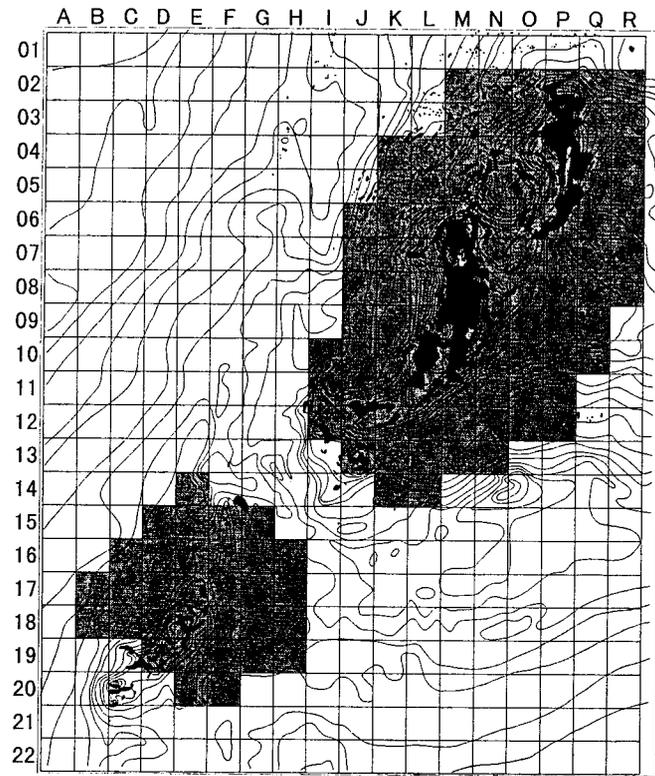
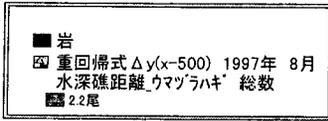


図 1 7 (2) 分布増加の推定量 (ウマヅラハギ: 総数: 8月)

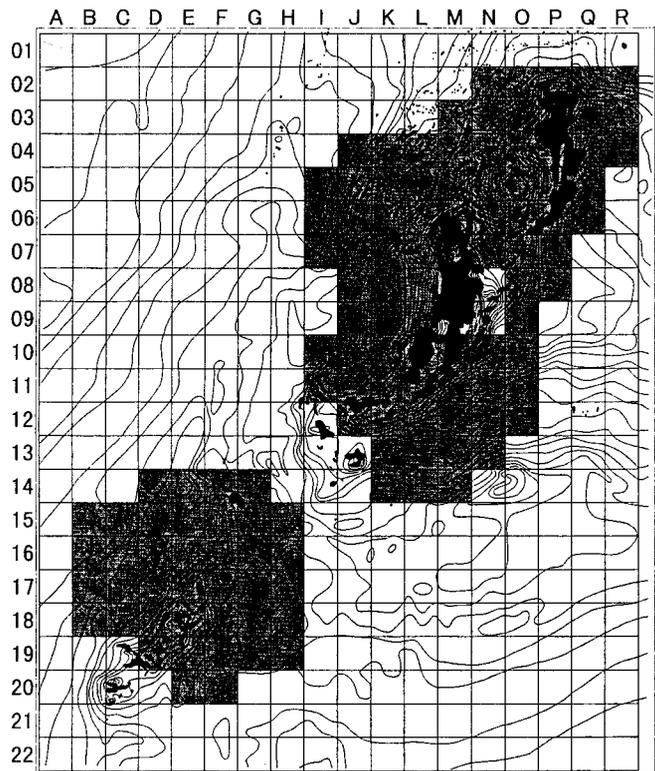
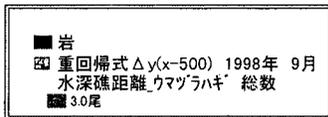


図 1 7 (3) 分布増加の推定量 (ウマヅラハギ: 総数: 9月)

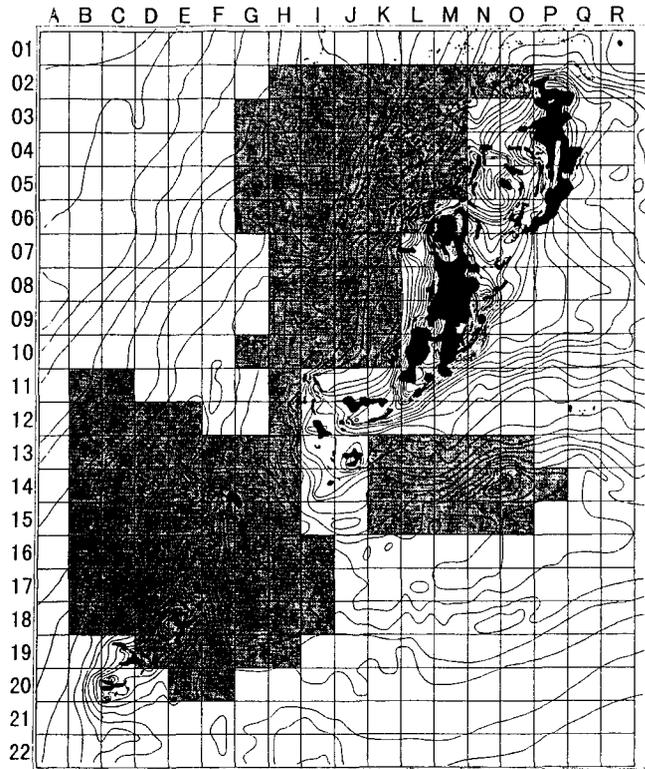
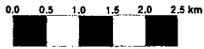
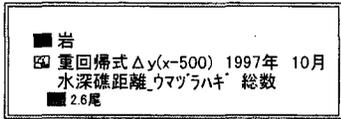


図 1 7 (4) 分布増加の推定量 (ウマヅラハギ : 総数 : 10月)

(ii)ウマツラハギにおける開発適地の抽出

ウマツラハギの増殖海域の抽出については、魚礁設置による分布増加の効果が大きい前項で示した5月、8月、9月、10月の4ヶ月の結果を単純に重ね合わせ、重複した海域であるとし、図18に示す。

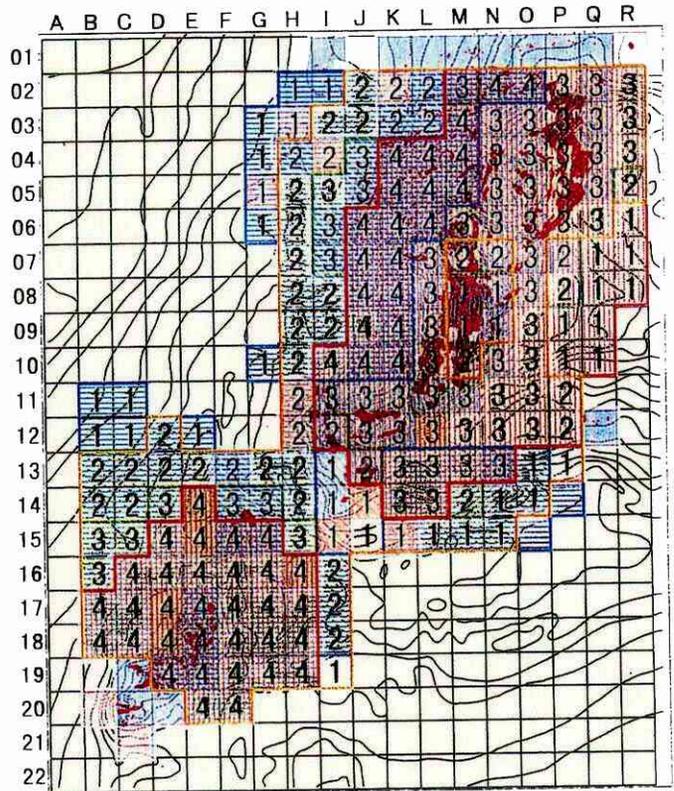
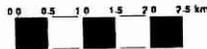
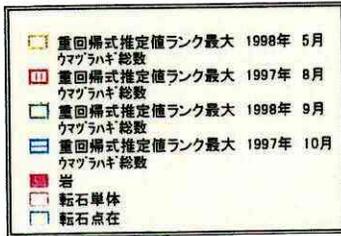


図18 ウマツラハギの増殖海域の適地 (魚礁設置効果の高い海域)

3) 漁場開発適地の選定

以上の検討結果から、対象海域におけるキダイ及びウマヅラハギの関係については、ウマヅラハギの適地は、キダイの適地より広域でキダイの適地を含み、また、対象海域のキダイの分布量や漁業的な価値から、キダイを優先して広域漁場開発の適地を抽出するものとする。

なお、対象海域には、図19に示すように、主瀬から南離れの魚礁群の西側3~5kmが、アマダイの主要漁場となっており、図20に示すように、岩が単体として分布するメッシュ、岩がある程度点在して分布するメッシュ、全域が岩礁海域となっているメッシュがある。

従って、対象海域からアマダイの分布する海域とメッシュの全域に岩が分布する海域を除外した海域を開発適地とし、図21に示す。また、図21からメッシュ内に転石が分布する海域を除外した開発海域を図22に示す。

海底の性状が岩の海域を除いて適地を選定する場合は前者から、更に絞り込んで転石が分布している全域を除いて適地を選定する場合は後者から開発適地を選定することになるが、選定にあたっては、1メッシュが500mと広いことを考慮し、より絞り込んだ後者の抽出メッシュを開発適地として設定するものとする。

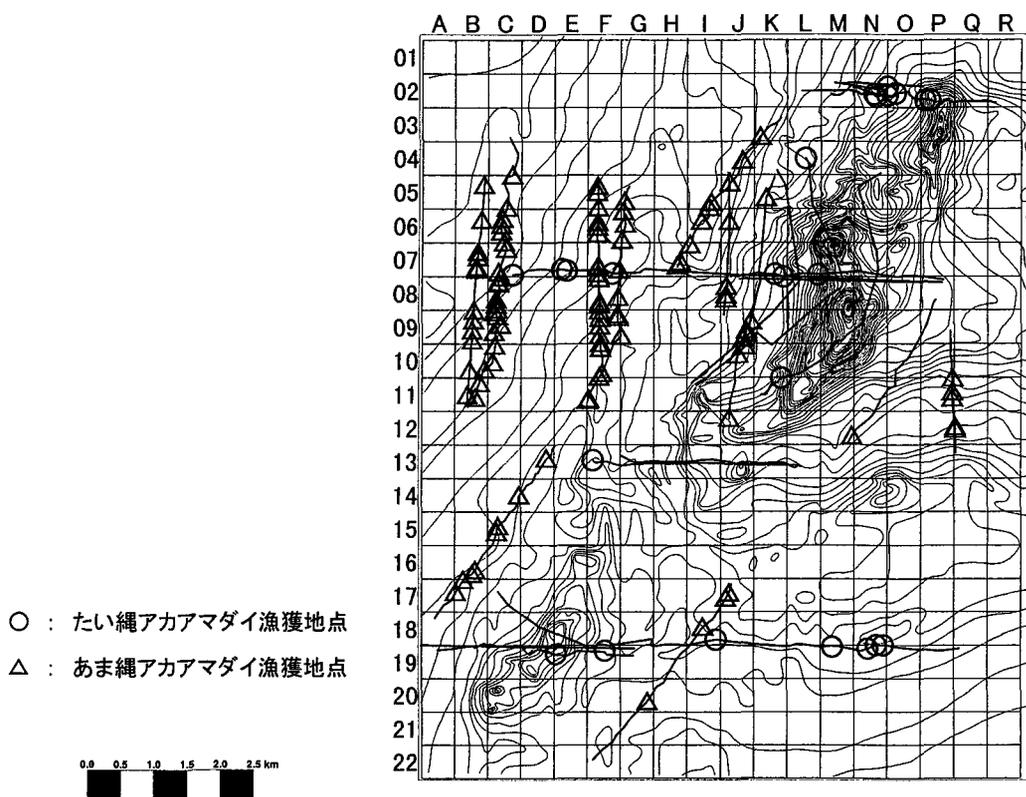


図19 アマダイの漁獲地点の分布

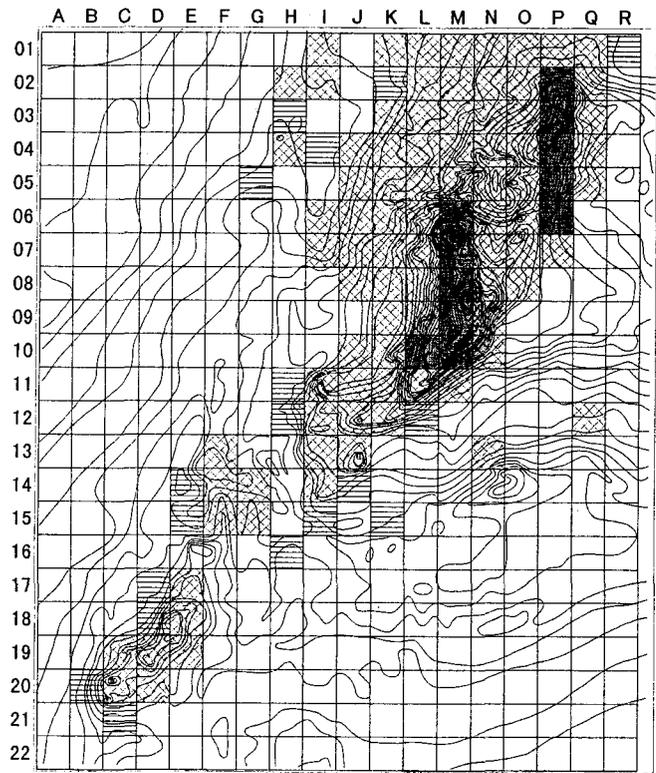
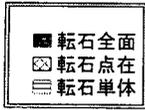


図 20 岩の分布

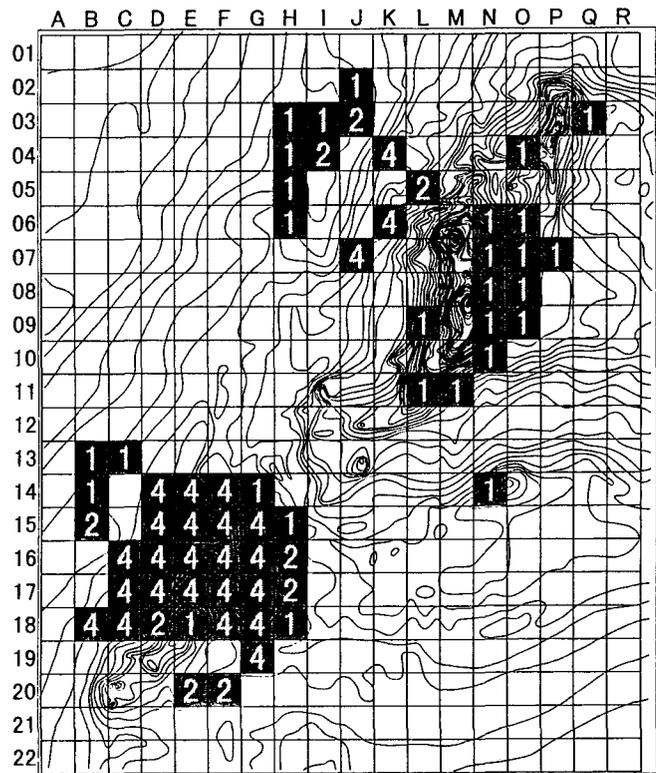
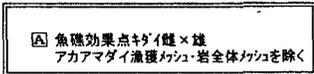


図 21 広域漁場開発の適地 (案)

㊦ 魚礁効果点キダイ離×離
 アカアマダイ漁獲ワシシ・岩ワシシを除く

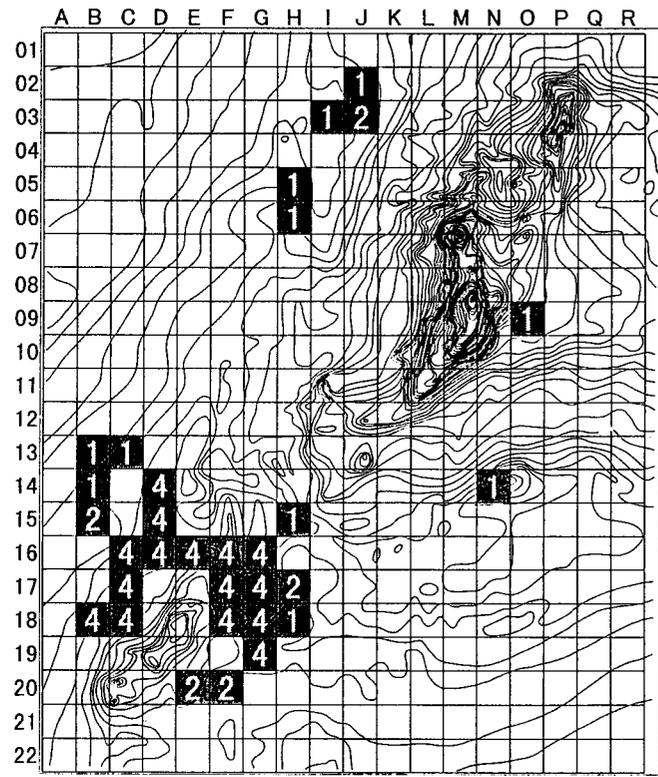
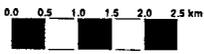


図 2 2 (1) 広域漁場開発の適地 (案：全域岩分布域、転石分布域を全て除いたもの)

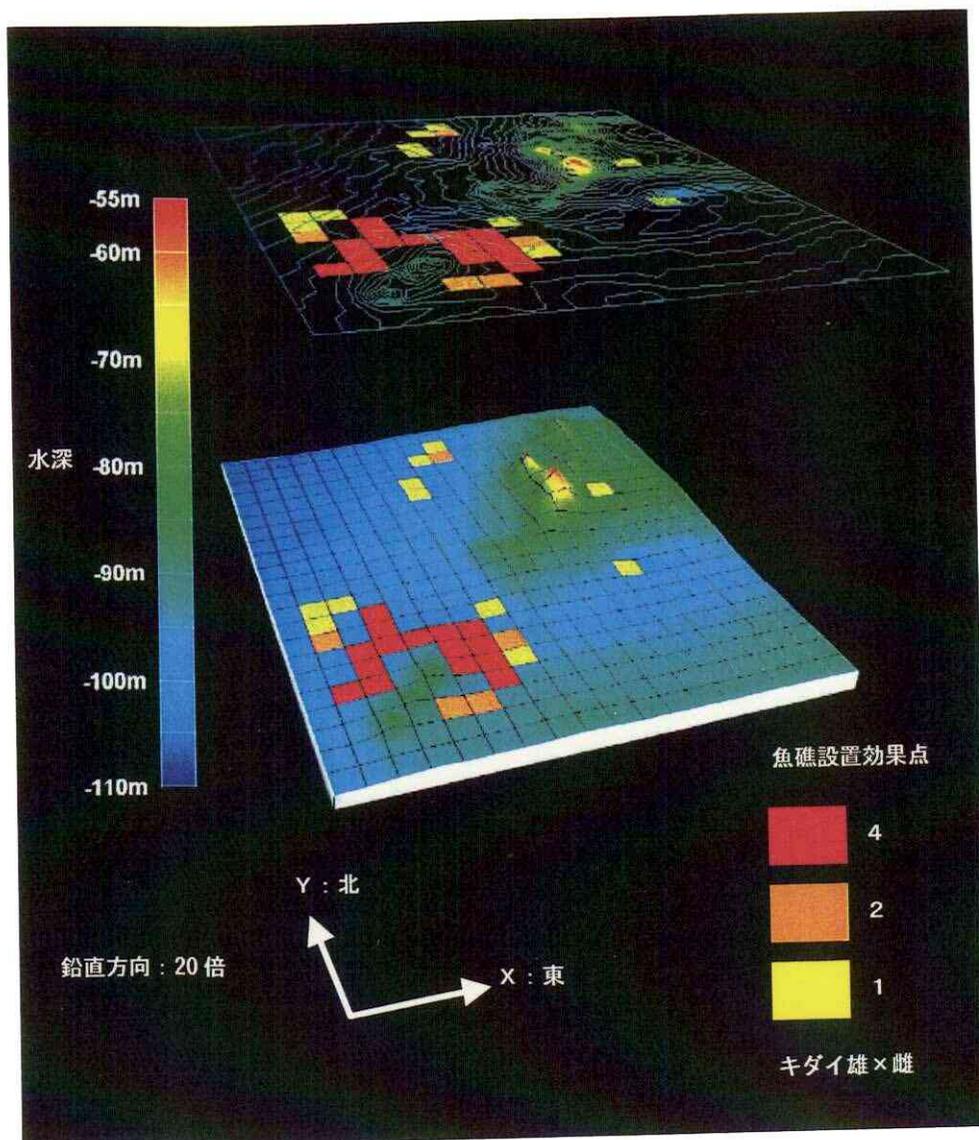


図 2 2 (2) 広域漁場開発適地 (案) の 3 次元表示

4.2 広域漁場開発 (案)

カキノ瀬は、山口県見島南西約 15 km に位置し、水深 95 m ~ 100 m の緩やかな斜面上にあり、北西から南東方向に北離れ (礁高 15 m)、主瀬 (同 30 m)、南離れ (同 8 m) で構成される天然礁漁場である。

漁場としては見島周辺の重要漁場の一つとして位置づけられており、タイ類、ヒラメ、アマダイ、アジ類、ウマヅラハギ等を対象に小型機船底びき網漁業、延縄漁業、刺網漁業、まき網漁業、一本釣漁業等が営まれている。

今回の調査で、カキノ瀬の漁場形成要因、特にカキノ瀬の増殖機能、集魚機能について検討を加えたところ、少なくともキダイについてカキノ瀬が増殖場として機能していることが推察され、ウマヅラハギについては、カキノ瀬が産卵場として機能していることが推察された。

即ち、キダイについては、カキノ瀬周辺に殆どすべてのライフステージの個体が生息し、特に 5 ~ 10 月の期間に成熟個体が瀬の周辺に蟄集する傾向が強いことが窺えた。

また、ウマヅラハギについては、5 月に成熟個体が瀬の周辺に蟄集する傾向が見られた。

このように、岩盤や転石等で構成された瀬の存在が、キダイの増殖や、ウマヅラハギの産卵に強い影響

を与えていることが推察された。

一方、調査データは少なかったものの、成熟したマダイの大型親魚が、5月の産卵期に主瀬と南離れの間付近で漁獲され、カキノ瀬がマダイの産卵場としても有効に機能していることが推察された。

また、操業実態調査により、まき網漁業が主瀬周辺で、また、ウマヅラハギを漁獲対象としたちようちん網漁業が、主瀬や南離れの中心付近で操業されていることが確認され、マアジやウマヅラハギがかなり蛸集していることが推察された。

漁場形成要因調査により、カキノ瀬が、キダイ、ウマヅラハギ等の増殖場や産卵場として機能していることが推察されたが、更に漁場開発方式調査で統計的手法を用いた検討の結果、両魚種とも産卵期において、各個体の礁との距離と成熟個体数との間に強い相関があること等が推察された。

更に当調査で、カキノ瀬の漁場機能を増大させるための開発手法について、開発海域、具体的手法、開発適地等の見地から検討を加えたところ、一応の目安を得た。

以上の検討結果を用い、カキノ瀬漁場周辺における広域漁場開発について、次のとおり、若干の検討を加える。

① 対象魚種：キダイを主対象とする。なお、ウマヅラハギを副魚種として設定する。

② 開発手法：今回の調査で得られたデータの解析により、カキノ瀬がキダイにとって増殖場として機能していることが推察され、特に、親魚が産卵期において、礁や転石に近い程、個体数が増加する傾向が強いという知見が得られたことから、キダイの増殖場を造成することにより、海域の開発を図ることとする。

なお、ウマヅラハギについても、産卵期の親魚が礁に近いほど分布が多いという知見が得られ、礁の中心付近が産卵場として機能していることが窺えたため、キダイの増殖場を造成することによる副次的効果としてウマヅラハギの産卵場造成効果も期待することとする。

また、操業実態調査で主瀬周辺でのアジ等の蛸集が確認されたため、造成した増殖場については、アジ等に対する魚礁機能も併せて期待することとする。

③ 開発海域：開発海域については、カキノ瀬及び周辺漁場の機能を損なわず、土木工学的に開発が可能でキダイ増殖場の開発効果が高い海域という趣旨で抽出を行った。その結果、南離れの北半分の周辺海域及び主瀬の西側（図2.2(2)）が開発適地として示されたことから、当海域のメッシュ内で魚礁設置効果が4と表示された部分を開発海域として設定する。

④ 増殖場造成手法：魚礁構造物、石材を使用し、新たに礁漁場や転石帯の造成を図ることにより、キダイの産卵場及び育成場としての好適環境の増大を図る。

⑤ 構造物の配置：岩礁や転石帯等の微細地形で構成された礁漁場の再現を目指すため、中心には魚礁を配置し、その周辺には、石材を散在させる。

この構成を1ユニットとし、増産期待量に応じ、ユニット数を増やすこととする。

なお、1ユニットの広さは、漁場解析に使ったメッシュが500m四方であったことから、概ね500m四方を目途とする。

⑥ 期待される事業効果：漁場開発に伴い、構造物を配置する開発海域では、キダイの雄の成熟個体では最大25%、雌では11%、ウマヅラハギの総個体数では15%の分布量の増加が予測されている。

分布量の増加が増殖効果としてどの程度寄与するかについては、加入量の増加、餌料となる生物の蛸集増加、初期減耗率の変化、キダイを捕食する食害生物の増加などに関連し、単純に予測できないが、産卵親魚の10%以上の増加に伴い、明らかな増殖効果が期待できると考えられる。

⑦ 事業量及び事業規模：当構想段階では検討を加えない。

以上により、礁漁場を新たに造成することにより、キダイにとっての好適環境の増大を図り、キダイの増殖を図る。

併せて、ウマツラハギの増殖とアジ等に対する魚礁機能も期待する。

なお、今回の調査では、サンプル数は少なかったが、マダイ、ヒラメ、チダイについても産卵期に成熟個体が礁に近い場所で漁獲されており、礁漁場周辺がこれらの魚種にとって産卵場として機能していることが窺えた。

このことから、上記漁場開発が、これらの魚種にとっても増殖場として機能することが十分期待でき、今後更に追加調査等により、当魚種に係るデータ、知見等を得ることができれば、当魚種も増殖対象魚種として加え、より機能の高い増殖場を造成することができるものと考えられる。

また、今回の調査で、主瀬及び南離れの西側の砂泥底の海域がアマダイの生息場になっていることが確認されたが、アマダイの増殖場造成については、現状では手法が不明確であるため、今回の漁場開発案は、アマダイ生息場の環境を極力悪化させないという見地から、アマダイの主要生息場への構造物設置を避けたいものとしている。

注：今回の調査で、ウマツラハギ親魚は瀬の中心付近で漁獲されているが、平成10年5月には主瀬（高さ約30m）で、平成11年5月には南離れ（高さ約8m）で漁獲されており、高い礁が良いのか、低い礁が良いのか、高さについての結論が出ていないので、当構想では、使用する魚礁の高さについては検討を加えないこととする。