

# 育成礁におけるヒラメ幼稚魚の生産構造に関する研究

東北区水産研究所

山田秀秋・山下 洋

共同調査機関：岩手県水産技術センター

水産工学研究所

調査実施年度：平成5年－平成7年

## 緒 言

近年、十字型培養礁がヒラメの成育場として事業規模で設置され始め、ヒラメ幼稚魚とその餌生物の蛸集による天然の中間育成場としての役割が期待されている。しかし、十字礁のヒラメ成育場としての効果やそのメカニズムに関する科学的裏付けはほとんど無い。十字礁を実効あるヒラメの育成礁として機能させるには、十字礁周辺域におけるヒラメを頂点とした食物連鎖を構成する生物群集についての生態学的知見を収集することが重要であり、これにより十字礁によるヒラメ及びその餌生物の蛸集効果の把握とそのメカニズムの解明が可能となる。なお、調査の一部は、共同調査機関である岩手県水産技術センターが中心になって行われたものである。

## 調査方法

### 1. ヒラメを中心とした食物連鎖の把握

礁の設置効果を総合的に評価するためには、事前にヒラメを中心とした生物群集の種間関係や各生物の摂餌生態等を明らかにする必要がある。そこで、実験海域以外の場所も含めた多くの海域において、漁獲調査や潜水調査等を行い、採集された生物の体長や胃内容物を調べることにより、ヒラメを中心とした生物群集の生産構造を把握した。特にヒラメについては、食性を詳細に解析した。これらの生産構造を、海域特性により開放的な外海性砂浜域（以後、外海域とする）と河口域および泥底の内湾域（以後、内湾域とする）に分類して解析を行った。外海域の調査点は北から岩手県吉浜湾、綾里湾、大野湾、広田湾および宮城県仙台湾であり、内湾域の調査点は岩手県宮古湾、大槌湾、越喜来湾である。

### 2. 十字型魚礁の設置効果の検証

十字礁の効果調査は、試験的ならびに事業規模で礁が設置されている岩手県吉浜湾、綾里湾、船越湾において行った（図1）。これらの中で、吉浜湾においては水深7mと10mのごく浅い海域に設置された試験礁周辺を中心に調査を行った。綾里湾は、事業化の進行が最も早いため、事業規模の拡大に伴う設置効果の変化を追跡した。前2海域が外海の影響を強く受ける海域であるのに対して、船越湾はアマモ場が存在するなど海洋環境が異なることから、他の2海域の対照区として調査を実施した。

礁の設置による非生物的環境要因の変化を把握するため、礁の潜掘・埋没状況および底質の変化を調べた。また、十字礁の設置効果を基礎生産から検証することを目的に、礁周辺の海底と一般海底とから、潜水して海底の砂を採取し、蛍光光度法により植物色素濃度を比較した。

カイアシ類などの小型動物プランクトンの分布構造の把握には、プランクトンネットの鉛直引き調査を行い、採集密度を礁周辺と一般海底とで比較した。同調査は、潜水土がプランクトンネットを特定の場所に静置し、しばらく放置した後船上から急速に引き上げるという方法で実施した。同様の手法を、アミ類の分布調査にも用いた。さらに、アミ類については、ソリネットによる漁獲調査や

潜水目視観察によって詳細な分布構造を調べた。より成長したヒラメの餌料となるカタクチイワシについては、小型まき網<sup>1)</sup>による漁獲調査および魚群探知器による分布調査を行った。

潜水士がヒラメを含む異体類を目視により計数することにより礁からの距離と分布密度の関係を調べた。また、同時に実施したソリネット採集により、異体類中のヒラメの割合を求めた。採集されたヒラメの胃内容物を解析し、摂餌状況から礁の設置効果を検討した。

## 調査結果

### 1. 生産構造の把握

ヒラメの基本的餌料は、仔魚期はカイアシ類や尾虫類、着底後しばらくはアミ類であり、その後、魚食性へと変化する。このように成長に伴って、より大きな餌生物を摂食する傾向があるが、ヒラメのサイズと捕食された餌のサイズとの関係を調べると(図2)、ヒラメの成長に伴い餌サイズの上限が大きく増大することが明らかとなった。すなわち、同じ餌生物の中でも、小型のヒラメはサイズの小さい個体を摂食していた。このように、ヒラメは成長に伴い好適な餌サイズおよび種類が変化するため、摂餌状態は餌料生物の動態に強く影響を受ける。

東北太平洋沿岸の外海域では、ミツクリハマアミ *Acanthomysis mitsukurii* が近底層プランクトン群集中に卓越して出現した(図3)。一方、内湾域では、ミツクリハマアミが少なく、結果としてアミ類全体の生物量も少ない。このような分布特性の他に飼育実験結果<sup>2)</sup>などから、ミツクリハマアミは低塩分域および泥底には生息できないことが明らかになった。また、本種の分布密度を外海域の各海域間で比較すると、仙台湾のような透明度が低い海域よりも、岩手県沿岸の外海域のように貧栄養で透明度の高い海域に多いことがわかった(図3)。本種の密度は、水深10m前後の海域で夏季から秋季に最高となる<sup>3)</sup>。すなわち、ヒラメ幼稚魚と時空間的に一致した分布特性を有する。魚食性へ転換した後の餌生物として重要なカタクチイワシ仔稚魚は河川水の影響を受ける海域に多く出現する傾向がみられるが<sup>4)</sup>、年変動が大きく、条件によっては外海域にも高密度に分布する。また、ハゼ科などの他の仔稚魚が内湾域の大槌湾において高密度に採集されたが、他の内湾域ではほとんど出現しなかった。このように、仔稚魚の出現様式は、アミ類に比べて相対的に不安定である。

外海域に生息するヒラメは、稚魚期にはミツクリハマアミを中心としたアミ類を専食し、その後、徐々に魚食性へと転換した(図4)。魚食性への移行サイズ(全長)は、5cmから20cmの間で大きな年変動を示した。この現象は、ミツクリハマアミが比較的安定して出現することから、カタクチイワシのシラスの来遊量の変動に起因すると考えられる。従って、シラスが少ない時には魚食性への移行が遅れ、大型のヒラメの摂餌状態が悪くなる可能性がある。一方、内湾域では、アミ類が少ないため5cm程度で魚食性へ移行した(図4)。着底直後のヒラメにはアミの若齢個体が最も好適な餌料と考えられることから(図2)、内湾域では5cm以下のヒラメが餌不足になる可能性が高い。その後の摂餌状態は餌生物である仔稚魚の生息量に強く依存すると考えられた。

筆者らは、ミツクリハマアミが付着珪藻およびカイアシ類などの動物プランクトンを餌としていることを明らかにした<sup>5)</sup>。またカイアシ類は、カタクチイワシおよびヒラメ仔魚(浮遊期から着底直後)の餌生物でもあることから<sup>6, 7)</sup>、付着珪藻およびカイアシ類はヒラメを頂点とした食物連鎖の低次生産を構成する重要な生物であるといえる。一方、ヒラメ稚魚と同所的に出現するアラメガレイの胃内容物を調査した結果、ヒラメ稚魚と同様にミツクリハマアミを摂食していたことから、アラメガレイは餌を巡る競合者であることが判明した。また、礁周辺に多数生息するアイナメはヒラメ稚魚の最も主要な捕食者であることを明らかにした<sup>8)</sup>。これらの捕食者・競合者が蟄集した場合は、増殖場を効果的に機能させる上で大きな障害となる可能性がある。

### 2. 十字礁設置効果の検討

#### (1) 十字礁設置に伴う洗掘・埋没状況ならびに底質変化

十字型魚礁を設置すると、礁の脚部周辺海底の基質が洗い流される（洗掘）ことによって盆状地形が形成される。この地形が、ヒラメを始めとした各生物の蛸集を誘因すると期待されている。一方、カタクチイワシなどの浮魚類を蛸集させるには、礁にある程度以上の高さが要求される。したがって、礁を長期間機能させるには大きく洗掘されるが埋没しにくいように設計することが望ましい。すなわち、沈下量（基準面からの礁の下降距離）は大きく、埋没量（砂中への埋没距離）の少ない状態が、理想的であるとされる（洗掘量＝沈下量－埋没量の関係にある）。

筆者らの調査した試験礁においても、大部分の礁周辺に設置後数カ月で、図5に示すような半径5から10m前後の範囲に洗掘による盆状地形が形成された。しかし、吉浜湾の浅海域（水深7mならびに10m）に1993年に設置された試験礁は1994年秋季から1995年春季の間に荒天により完全に埋没したため、従来の礁の他に、脚の基部に埋没を軽減させる目的でフーチングを施した礁を1995年に新たに設置し、6カ月間にわたって洗掘・埋没状況の変化を追跡した。その結果、埋没量は水深や礁の形状に係わらず同様の結果を示したが、沈下量は水深10mのフーチングを付けた礁で少なく、盆状地形も不明瞭であった。このように、ごく浅海域において十字礁を長期間機能させるのは困難であると考えられた。

礁周辺海底基質の粒径は、盆状地形が形成されるとともに徐々に荒くなった（図6）。このような現象は、ほとんど全ての試験礁において確認された。ミツクリハマアミは基質が細かい（泥に近い）場所には生息しないため、底質のみが本種の分布域を制限している場合には、礁の設置が本種の生息域を拡大させる可能性がある。

以上のように、十字礁を設置すると、礁を中心として半径約10mの範囲の海底が洗掘され、粒径の小さい基質からなる盆状地形が形成されることが明らかとなった。

## （2）植物色素現存量ならびに小型動物プランクトン密度の比較

吉浜湾の水深7mに設置された試験礁周辺において潜水目視観察を実施したところ、礁直下の盆状地形が形成された範囲には、海藻や陸上植物起源の有機物が堆積していた。また、同堆積物の内部あるいは直上にはヨコエビ類、等脚類、エビ類、アミ類の一部、オキタナゴやテンジクダイ科魚類などが蛸集していた。これらの堆積物を含む海底基質を採取し、一般海底と植物色素濃度を比較した結果、8月には礁直下で他の場所よりも有意に高い値が得られた（図7）。光学顕微鏡による観察の結果、海底の砂および堆積物には多量の付着珪藻が繁茂しており、検出された植物色素の大部分は、付着珪藻に由来することが判明した。

付着珪藻は、カイアシ類やアミ類などの餌として重要な生物群である。このことは、礁の設置は基礎生産量の増大、ひいてはヒラメに至る二次生産量の増大をもたらす可能性を示唆している。ただし、同年9月にも植物色素濃度を測定したが、礁直下の濃度が高い傾向はみられたものの、対照区との間に有意な差は認められなかった。このことから、礁の有無と基礎生産量との関係を実証するには至らなかった。

カイアシ類は湾口の深所ほど多く生息し、礁の周辺と対照区とでは顕著な違いはみられなかった（図8）。また、枝角類などの他の小型動物プランクトンも同様の結果を示した。このことから、今回の調査海域では、礁のカイアシ類に対する蛸集効果は確認されなかった。

## （3）アミ類の蛸集状況

吉浜湾においてソリネット調査（実施場所；礁の周辺～一般海底）、潜水採集（礁の極く周辺）ならびにヒラメの胃内容物調査から出現したアミ類の種組成を表1に示す。同湾では、年度・季節を問わずミツクリハマアミが圧倒的に優占した。また、同種の現存量は、礁の有無に係わらず極めて高い値を示し（図9）、同湾には試験礁を設置する以前からミツクリハマアミが高密度に生息していたものと考えられた。さらにミツクリハマアミの分布様式の詳細を明らかにするため、吉浜湾においてプランクトンネットの鉛直引き調査を行い、ミツクリハマアミの採集密度を礁の周辺と一般海底とで

比較した(図10)。その結果、ソリネットによる採集調査と同様に、礁の設置によるアミ類の蝟集効果は認められなかった。鉛直分布を明らかにする目的で実施した層別採集調査および潜水目視観察においても、本種は海底直上(砂面から約20cm以内)を遊泳し構造物に蝟集する性質を有しないと判断された。以上のことから、ミツクリハマアミは構造物とは無関係に外海性砂浜域に広範囲に分布すると考えられた。一方、*Lycomysis bispina*および*Paracanthomysis hispida*は礁の周辺にのみ分布するがそれらはヒラメには捕食されなかった(表1)。これらのアミ類は、海底から離れて鉛直方向に高いスウォームを形成する傾向があり、ミツクリハマアミよりも遊泳性が高い種類であると考えられる。

以上の分布様式は、吉浜湾と同様の海域特性を備えた綾里湾においても確認された。また、アミ類の分布と礁の洗掘・埋没状況とは関連がみられなかった。

船越湾の試験礁周辺海域にはミツクリハマアミは分布しなかった。同海域におけるアミ類全体の密度は常に50mg/m<sup>2</sup>未満と低く、吉浜湾の1%程度に過ぎなかった。既に述べたように、礁の設置は海底基質の粒径を荒くする効果を有し、船越湾でもその効果が認められた。しかし、船越湾の一般海底の粒径は、吉浜湾等ミツクリハマアミが高密度で生息する海域と相違なく、底質からみれば礁を設置しなくてもミツクリハマアミの生息は可能な海域である。すなわち、船越湾において本種の分布を規定する要因は底質ではないと考えられる。同海域は河川水の影響は小さいがアマモ場が存在することから、地下水の流入など吉浜湾などの他の外海域とは異なる環境特性を有する可能性が示唆された。

#### (4) カタクチイワシの蝟集状況

1995年の綾里湾および吉浜湾における魚群探知器による調査の結果、礁周辺の海底付近に濃密な魚群が観察された(図11、12、13)。1994年度も吉浜湾において同様の魚群が観察された。これらの魚群は、漁獲調査、水中目視観察、過去の報告<sup>1)、9)</sup>などから、カタクチイワシであると考えられた。また、カタクチイワシの魚群の形状や分布様式は成長に伴い変化するので、魚探映像から成魚とシラスを区別することができる<sup>9)</sup>。魚探映像と魚種およびカタクチイワシの発育段階については、小型まき網による漁獲調査を同時に行い、年度・海域を問わず正しく判別していることを確認した。

シラスの分布には、河川水の勢力や餌生物の分布構造などいくつかの環境要因が複雑に影響するため、礁の設置による魚群の蝟集効果を検証することは難しい。しかし、1995年9月の吉浜湾における調査では、カタクチイワシシラスの大魚群が十字礁周辺に分布していることを確認した(図13)。小型まき網により同魚群を漁獲したところ、15.6個体/m<sup>2</sup>の密度が記録された(平均全長31.3mm)。また、1995年の綾里湾におけるカタクチイワシの分布構造をみると(図12)、成魚は湾内に均等に分布していたのに対して、シラスは淡水流入域付近と漁場造成区域内にのみ出現した。これらのことは、十字礁がカタクチイワシシラスの蝟集効果を有する可能性を示唆するものと考えられた。

#### (5) ヒラメ幼稚魚の分布様式と摂餌状態

潜水目視観察およびソリネット調査により、異体類の分布様式を調べた(表2)。ソリネットによって異体類の種組成を調べたところ、ヒラメの割合は4%~80%で、その他の大部分はヒラメ稚魚と餌料を巡る競合関係にあるアラメガレイであった。礁からの距離毎の異体類密度をみると、海域によっては、洗掘や粒径変化がみられた礁から10m以内の場所で最高密度を記録したが、一般海底で最も密度が高い場合もあった。綾里湾では事業化が進行しても異体類の増加は認められなかった。海域間で異体類の密度を比較すると、事業が始まってまもない船越湾で圧倒的に高い値が得られた。また、ソリネット採集により、同海域の一般海底には天然ヒラメが高密度(水深14m域で20個体/100m<sup>2</sup>)に生息することが明らかにされている。以上のように、ヒラメ幼稚魚が礁に蝟集する確証は得られなかった。

吉浜湾および綾里湾の礁周辺海域でこれまでに採集されたヒラメは、5cm以下のものはミツクリハマアミを、それ以上のものはカタクチイワシを主に摂食していた(表3)。これらのカタクチイワシは、魚群探知器で確認された魚群をまき網で漁獲した個体とほぼ同サイズであったことから、ヒ

ラメは礁周辺のカタクチイワシ仔稚魚を摂食していたと推察される。船越湾で1994年に採集されたヒラメはアミ類やカタクチイワシ以外の魚類を主に摂食しており、いずれのサイズクラスでも吉浜湾・綾里湾のヒラメよりも胃内容物重量指数が低かった。このことから、調査時における船越湾はアミ類だけでなく仔稚魚の生息量も相対的に少なかったと考えられる。

吉浜湾と綾里湾におけるヒラメ胃内容物の経年変化をみると（表4）、両湾ともカタクチイワシの割合が増加傾向にある。この現象は、ミツクリハマアミの生物量の年変動が比較的小さいことから、主としてカタクチイワシシラスの生息量の変動に起因すると考えられる。吉浜湾においては、魚探調査からみて1995年度におけるシラス密度は1994年よりも明らかに高いも係わらず、ヒラメの胃内容物重量指数は増加していないことから、1994年において既にカタクチイワシはヒラメ幼稚魚の餌として十分量生息していたと考えられる。一方、綾里湾においては試験礁のみ設置されていた1992年にカタクチイワシは全く摂食されなかったのに対して、事業化が進行した1995年にはその割合が増加するとともに、胃内容物指数もわずかながら増大した。このことは、礁の設置によるシラスの蛸集がヒラメの摂餌状態の改善に貢献した可能性を示唆している。

## 考 察

餌料環境からみて着底後のヒラメに最も適した海域は、アミ類と仔稚魚の双方が豊富な場所である。外海域の中でも流入河川が存在する発達した砂浜海岸は、この条件を満たすものと考えられ、このような海域では餌不足になる可能性は小さい。流入河川の無い外海域はアミ類が豊富であるがカタクチイワシなどの仔稚魚の出現量の変動が大きく、大型魚が餌不足となるも考えられる。一方、内湾域の中で仔稚魚の分布密度が非常に高い大槌湾では、アミ類が少ないにもかかわらず摂餌状態は良好であり、仔稚魚の大量発生があれば仔稚魚だけでもある程度ヒラメの生産を支えられる可能性が示唆された。これに対して泥底の内湾域はいずれの餌生物も少なく、ヒラメ増殖事業の対象とはなりにくい。増殖事業の展開に際しては、外海域では仔稚魚、内湾域ではアミ類の増産が期待される。

本研究により、カタクチイワシが十字礁に蛸集し、ヒラメの摂餌状態が改善される可能性が示された。従って、特に外海域への十字礁の設置はヒラメ資源の増大に寄与する可能性がある。また、この目的で礁を設置する場合は、魚食性転換後のヒラメの生息水深および礁の洗掘・埋没状況からみて、水深20m前後の海域が適当と考えられる。

外海域において圧倒的に優占し、ヒラメの主要な餌生物となっているミツクリハマアミは、構造物に蛸集しないと考えられた。また、ミツクリハマアミは低塩分域および底質に泥の多い海域には分布しないことが判明した。十字礁には底質改善効果が確認されたが、ミツクリハマアミを増産させるには至らなかった。富栄養化あるいは陸上からの泥の流入などもミツクリハマアミの生息を阻害すると考えられる。人為的に本種の生息域を拡大させるにはさらに生物学的知見を蓄積し、分布規定要因を解明する必要がある。アミ類増産のための第2の方法として、礁を設置して *Lycomysis bispina* あるいは *Paracanthomysis hispida* のように明らかに構造物に蛸集するアミ類を増やすという方法が考えられる。本研究ではこれらのアミ類はヒラメにほとんど摂食されなかったが、環境収容力が低い場合にはこれらのアミ類も重要な餌生物となる可能性がある。第3の方法としては、大規模な河口域や干潟域周辺に生息する *Neomysis* 属のアミ類<sup>10)</sup> を対象にするものが考えられるが、これらのアミ類についても事業化を検討するほどには生態学的知見が整備されていない。

ヒラメについては、礁に蛸集する現象が数回確認されたが、一般海底に多く分布するケースもみられ、安定した結果は得られなかった。このことは、ヒラメの着底あるいは蛸集機構には、海底地形や構造物よりも重要な他の要因が作用している可能性を示唆している。TANAKA et al. 1989<sup>11)</sup> などヒラメの着底機構に関する研究は少なくないが、好適な着底場環境は充分には把握されていない。今後も基礎的な調査研究を実施し、ヒラメに適した環境を生活年周期に対応して明らかにする必要がある。

本研究で用いた調査手法では、各生物が礁に蛸集するか否かで効果を判断せざるを得なかったため、礁の設置が直接ヒラメ資源の増大に結び付くことが実証できた訳ではない。今後は、湾全域規模でヒラメを含む各生物の現存量あるいは生産量を推定する手法を開発し、そこから十字礁の効果を検証する必要がある。また、今後の蛸集機構の解明により、目的の生物を効率よく蛸集させ捕食者や競合者を寄せ付けない礁の開発が期待される。

#### 摘 要

- (1) 十字礁を設置すると礁周辺の海底が洗掘され、粒径の荒い底質からなる盆状地形が形成される。
- (2) 十字礁周辺は基礎生産量がやや高い傾向がみられるものの、植食性小型動物プランクトンやアミ類、ならびにヒラメの蛸集は確認できなかった。
- (3) カタクチイワシのシラスが礁に蛸集し、ヒラメの摂餌状態が改善される可能性が示唆された。このことから、礁の設置は餌生物としての仔稚魚が不足傾向にある外海域で、特に有用であると推察された。
- (4) 礁の設置効果の最終的な判断には、定量的調査が不可欠である。海域全体の餌生物の生産量やヒラメの分布密度・摂食量・生残・成長等を数値化して、礁の設置効果を検証する必要がある。

#### 引用文献

- 1) 神奈川県水産試験場, 1983: 昭和57年度指定調査研究総合助成事業結果報告書—シラス漁場の形成要因に関する研究—。神水試資料, (296), 1-13.
- 2) YAMADA, H. & Y. YAMASHITA, 1995: Effects of low salinity on survival, growth and reproduction of *Acanthomysis mitsukurii* (Crustacea, Mysidacea). Bull. Plankton Soc. Japan, 42 (2), 141-146.
- 3) 山田秀秋・長洞幸夫・佐藤啓一・武蔵達也・藤田恒雄・二平 章・影山佳之・熊谷厚志・北川大二・広田祐一・山下 洋, 1994: 太平洋沿岸域におけるアミ類の種組成と分布特性。東北水研研報, (56), 57-67.
- 4) 三谷 勇・長谷川 保, 1988: 河川水の流入に伴う表面塩分変化とカタクチシラス漁場の形成。水産研究会報, 52 (4), 297-303.
- 5) YAMADA, H., T. KAWAMURA, T. TAKEUCHI & Y. YAMASHITA, 1995: Effects of dietary condition on the survival, growth and reproduction of *Acanthomysis mitsukurii* (Crustacea, Mysidacea). Bull. Plankton Soc. Japan, 42 (1), 43-52.
- 6) 三谷 勇, 1988: 相模湾シラス漁場におけるカタクチイワシの食性。日水誌, 54 (11), 1859-1865.
- 7) 南 卓志, 1982: ヒラメの初期生活史。日水誌, 48 (11), 1581-1588.
- 8) 山下 洋・山本和稔・長洞幸夫・五十嵐和昭・石川 豊・佐久間修・山田秀秋・中本宣典, 1993: 岩手県沿岸における放流ヒラメ種苗の被食, 水産増殖, 41 (4), 497-505.
- 9) 三谷 勇, 1987: 相模湾奥部シラス漁場におけるカタクチイワシ魚群の仔稚魚組成の魚探映像による判定。水産海洋研究会報, 51 (2), 120-123.
- 10) 村野正昭, 1963: イサザアミ, *Neomysis intermedia* CZERNIAWSKYの漁業生物学的研究。I。湖沼生産に演ずる役割。水産増殖, 11 (3), 149-158.
- 11) TANAKA, M., T. GOTO, M. TOMIYAMA & H. SUDO, 1989: Immigration, settlement and mortality of flounder (*Paralichthys olivaceus*) larvae and juveniles in a nursery ground, Shijiki bay, Japan. Netherlands Journal of Sea Research, 24(1), 57-64.

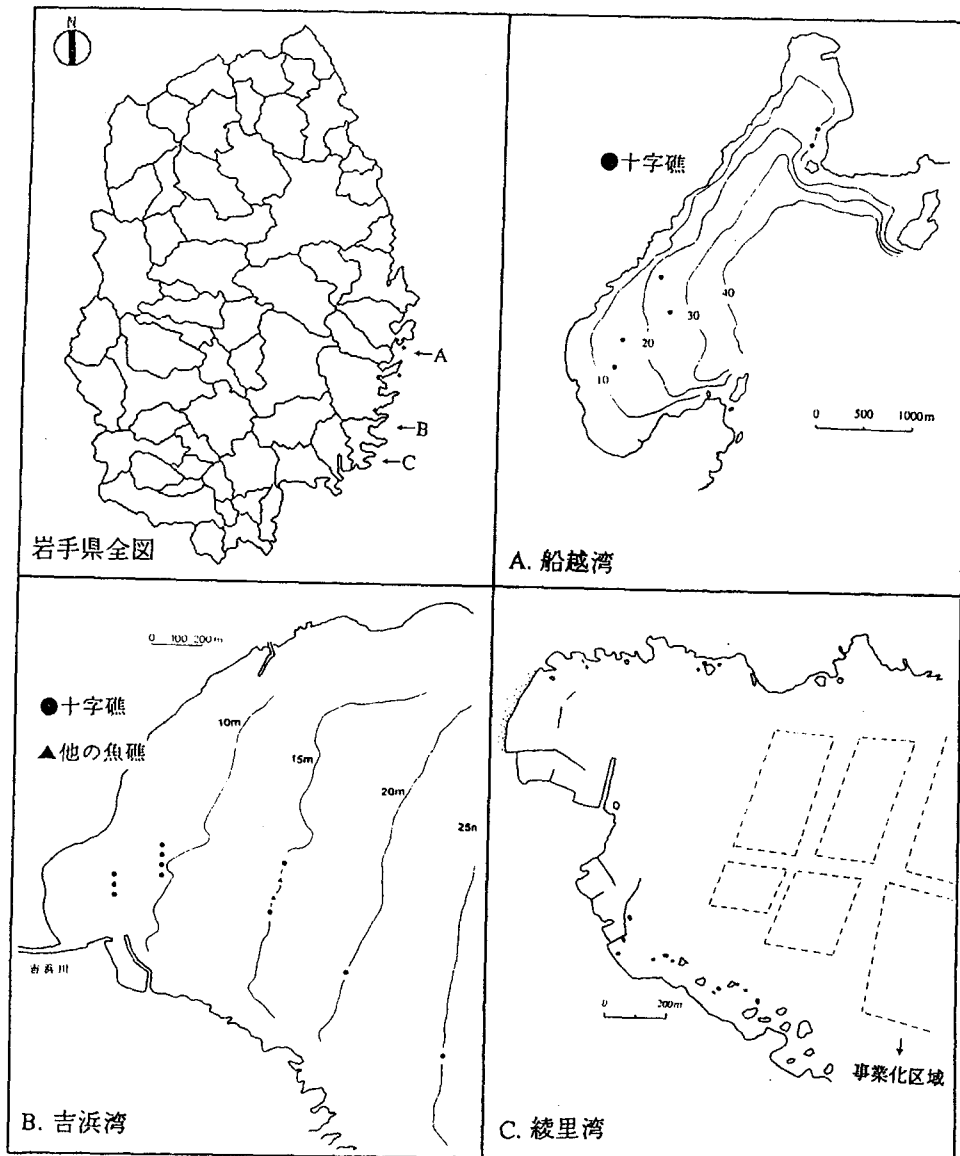


図1. 調査海域

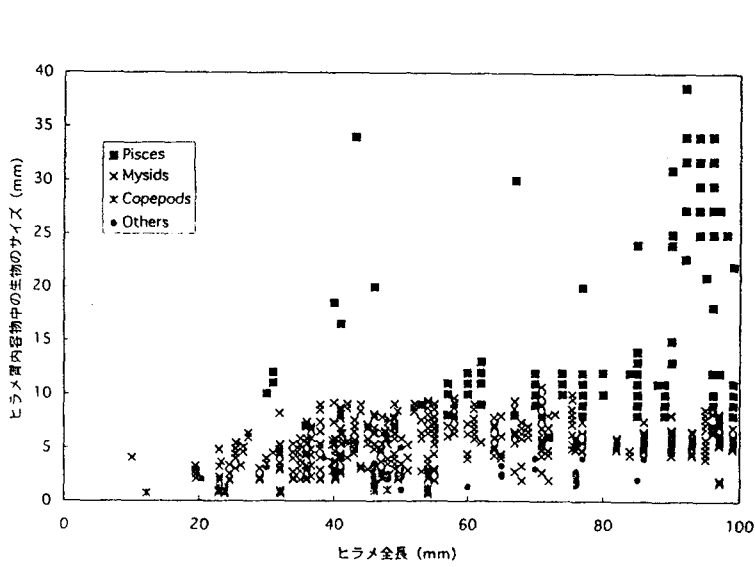


図2. ヒラメの全長とヒラメが捕食した餌生物のサイズとの関係

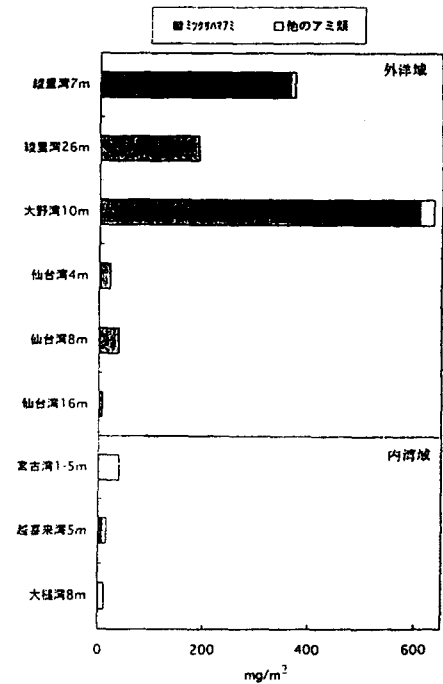


図3 各海域におけるアミ類の現存量

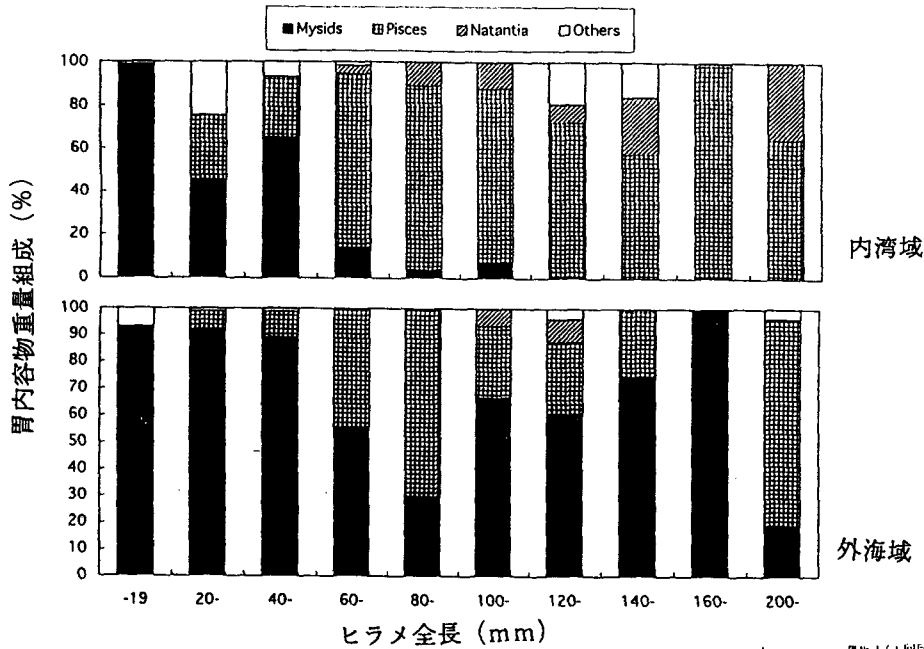


図4. 内湾域（上段）および外海域（下段）で採集されたヒラメの全長階級別胃内容物重量組成

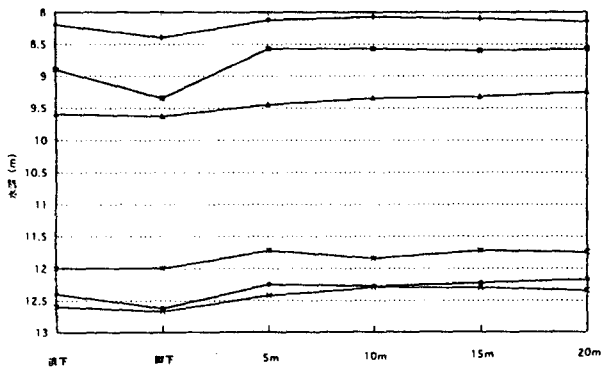


図5. 吉浜湾（1994年8月）における1993年6月に設置された十字礁（6基）の洗掘状況

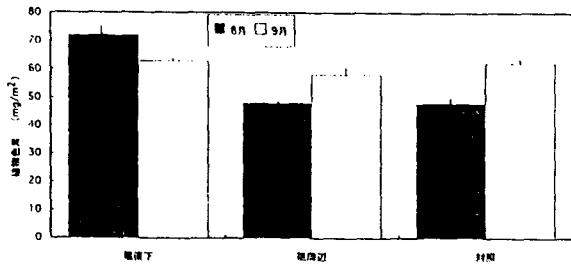


図7. 吉浜湾の水深7m（1994年8月および9月）における植物色素濃度の比較。縦棒は標準誤差を示す。

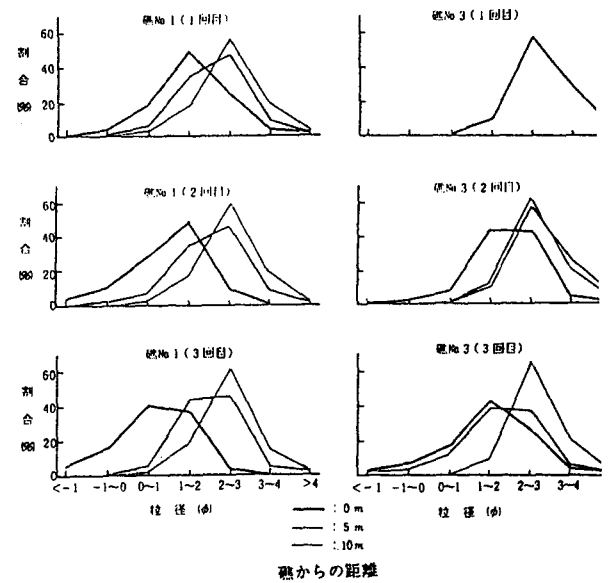


図6. 綾里湾に1992年に設置された試験礁周辺海底の粒径組成の変化。粒径組成は礁No.1（左；水深25m）、礁No.3（右；水深15m）について、礁設置時、礁設置3カ月後、礁設置7カ月後の計3回、礁からの距離別（0m、5m、10m）に測定した。

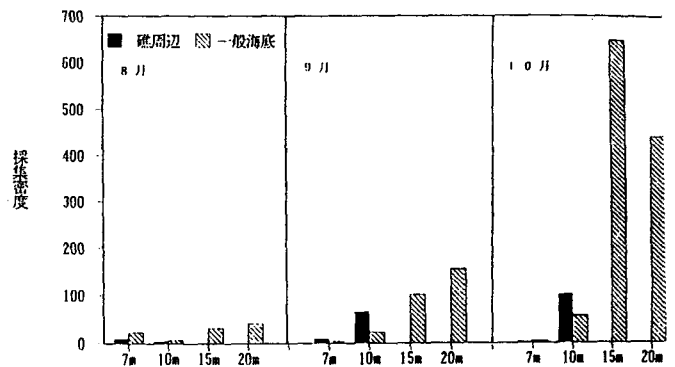


図8. 岩手県吉浜湾（1994年）におけるカイアシ類の採集密度（個体/m<sup>2</sup>）。礁周辺の結果は、水深7mおよび10mのみを示す。



表1. 吉浜湾におけるアミ類の出現種リスト

種名	ソリネット	潜水採集	ヒラメ胃内
<i>Acanthomysis mitsukurii</i>	◎	◎	◎
<i>Wysidopsis japonica</i>	○	○	○
<i>Nipponomysis perminuta</i>	○	○	○
<i>Nipponomysis toriumii</i>	○	○	○
<i>Acanthomysis nakazatoi</i>	○	×	×
<i>Archaeomysis grebnitzkii</i>	○	×	○
<i>Siriella</i> sp.	○	×	○
<i>Lycomysis bispina</i>	×	○	×
<i>Paracanthomysis hispida</i>	×	○	×
<i>Parastilomysis paradoxa</i>	×	×	○

◎ 優占種、○ 出現種、× 非出現種

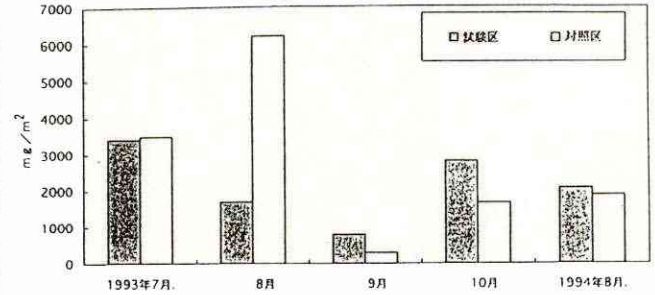


図9. ソリネット調査による吉浜湾(水深7m~10m)におけるミツクリハマアミの現存量

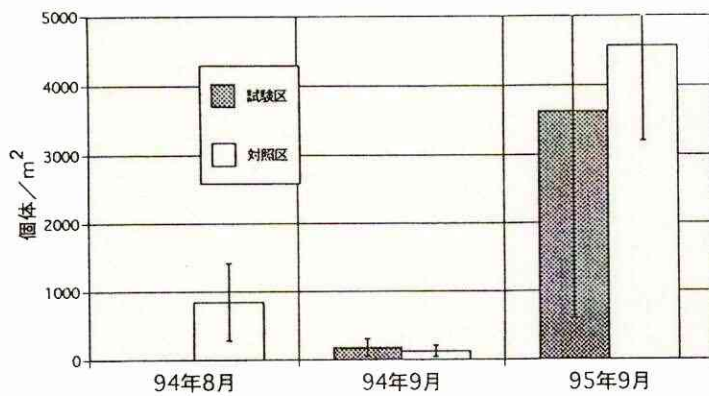


図10. プランクトンネット調査による吉浜湾(水深7~10m)におけるミツクリハマアミの採集密度。縦棒は標準誤差を示す



図11. 吉浜湾の十字礁周辺(水深10m)における魚探調査で確認されたカタクチイワシ魚群の映像。

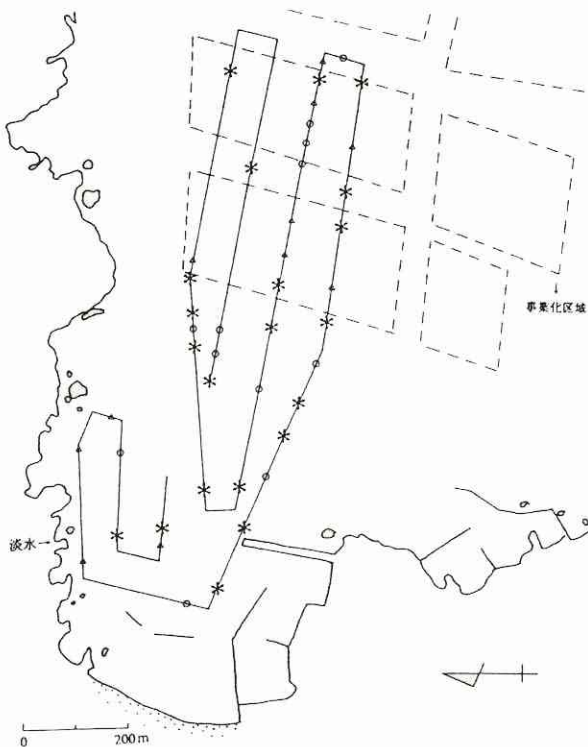


図12. 綾里湾(1995年9月)において魚群探知器調査により確認されたカタクチイワシの魚群。  
○成魚、\*成魚大魚群、△シラス

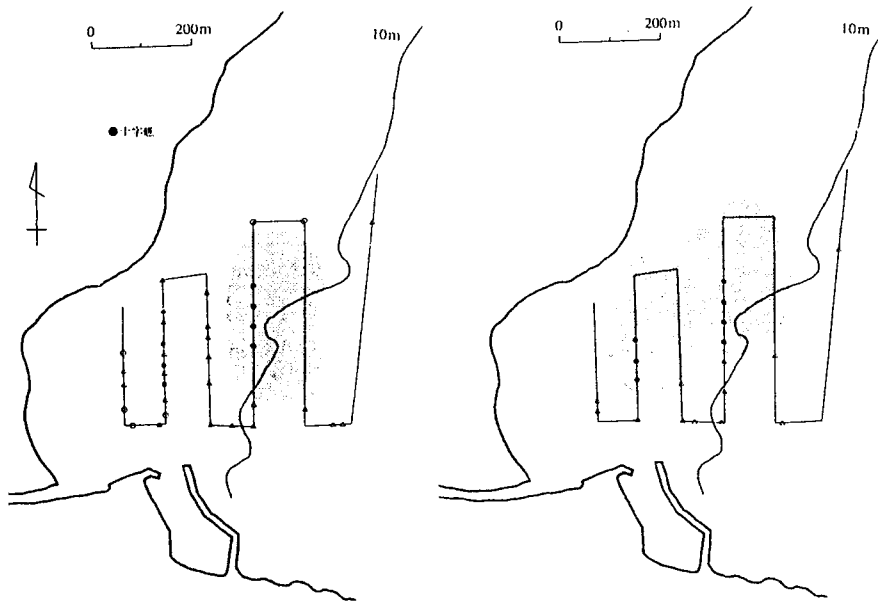


図13. 吉浜湾（1995年9月20日）において魚群探知器調査により確認されたカタチイワシの魚群。○は成魚、△はシラスを示す。ただし、シラス魚群が連続的に観測された区域は■で、試験礁は●で示す。調査は9時（左図）と11時（右図）の2回実施した。

表2 綾里湾、吉浜湾および船越湾において追い出し調査によって推定した異体類の分布密度（個体/100 m<sup>2</sup>）および異体類中のヒラメの割合（%）。調査はいずれも9月に水深10m前後において実施された。各調査時における最高密度を■で示す。

		礁からの距離別の分布密度					異体類中の ヒラメの割合
		0m	5m	5-10m	10-15m	50m	
綾里	1992年	0.0	0.0	7.5	0.0	0.0	80.0
	1995年	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	30.0
吉浜	1993年	0.0	3.3	3.3	1.7	6.7	4.0
船越-1	1994年	16.7	60.0	25.0	35.0	20.0	33.3
船越-2	1994年	8.3	25.0	21.3	20.0	30.0	21.7

表3 各実験海域において採集されたヒラメ幼稚魚のサイズクラス別摂餌状況

海域	ヒラメ全長 (cm)	胃内容物 * 重量指数(%)	胃内容物重量組成(%)		
			ミヅリハマミ	カタチイワシ	その他
吉浜・ 綾里湾	<5cm	3.4	89.3	0.0	10.7
	5-10cm	4.0	14.6	63.6	21.8
船越湾	10cm<	1.7	19.7	71.4	8.9
	<5cm	0.8	0.0	0.0	100.0
	5-10cm	1.2	0.0	0.0	100.0
	10cm<	0.3	0.0	14.1	85.9

\*胃内容物重量指数：

胃内容物重量 / (ヒラメ体重 - 胃内容物重量) × 100の平均値

表4 吉浜湾および綾里湾において採集されたヒラメ幼稚魚の摂餌状況の経年変化

海域	年度	胃内容物 重量指数(%)	胃内容物重量組成(%)		
			ミヅリハマミ	カタチイワシ	その他
吉浜湾	1993	3.0	24.2	68.6	7.2
	1994	5.1	10.9	66.9	22.2
	1995	3.9	0.6	88.6	10.8
綾里湾	1992	1.7	81.9	0.0	18.1
	1995	2.3	24.5	43.3	32.2