

ヒラメ幼稚魚の成育場造成に関する研究

東北区水産研究所

山田秀秋・山下 洋

共同調査機関：岩手県南部栽培漁業センター

実施年度：平成2年－平成4年

諸 言

東北沿岸海域では水産業の比重は大きく、「作り育てる漁業」に対して大きな期待が寄せられ、サケ・マス類に続いて近年沿岸各地でヒラメの大規模な種苗放流が行われている。サケ・マス類の放流事業は軌道に乗っているが、ヒラメについては、種苗生産技術に着実な発展がみられるものの、中間育成及び放流技術には多くの問題点が残されている。特に、陸上の施設によって行われている中間育成は多大なエネルギーと人手を要するうえ、天然への馴化にも長い期間を要するなどの欠点を有している。実効あるヒラメの資源培養型漁業を展開するためには、ヒラメ幼期の好適な成育場環境の特性を把握することにより、自然の生産力を効率的に活用した天然中間育成場造成技術を開発する必要がある、このための基礎的な調査、研究を行った。

調査方法

1. 太平洋沿岸域における餌料環境とヒラメ幼稚魚の食性

餌料生物を青森県の三沢沖、岩手県の宮古湾、大槌湾、越喜来湾、大野湾、広田湾、宮城県の仙台湾、福島県の請戸沖、茨城県久慈沖、神奈川県相模湾、静岡県浜松沖において（図1）、ソリネットや桁網等を用いて採集した。採集物のうちアミ類については種別に湿重量と個体数を測定した。他の生物は高次分類群別に湿重量を測定した。

ヒラメ幼稚魚を青森県の三沢沖、岩手県の宮古湾、大槌湾、越喜来湾、大野湾においてソリ付き桁網等を用いて採集し、全長、体重を測定した後、胃内容物の査定および湿重量の測定を行った。採集は三沢沖を除いて餌料生物採集と同時に行った。

2. 餌生物群集組成の周年変化とヒラメ幼稚魚の生態、被捕食調査

大野湾の水深4 m～10 mの砂浜域において、アミ類採集用ソリネット¹⁾を用いて1989年9月から毎月1回以上餌生物を採集した。採集物のうちアミ類は種別に、他の生物は高次分類群別に湿重量を測定した。

同海域において、ヒラメ人工種苗（全長4 cm～15 cm）を89年9月5日に76,000個体、90年9月6日に36,000個体、91年8月30日に73,400個体放流し、89年には放流後毎月1回以上1年間、90年、91年には放流後数カ月間西海区水研型ソリ付き桁網²⁾を用いて採集調査を行った。採集したヒラメの全長、体重を測定した後、胃内容物を査定してアミ類は種別に他の生物は高次分類群別に湿重量を測定した。89年はラテックスを標識として全長6 cm、9 cm、12 cmの3体長群に分けて放流したが、90年、91年はアリザリン・コンプレクソン（ALC）により放流直前に耳石に標識を施し耳石上の標識の径と全長の関係から再捕魚の放流時のサイズを推定した。

90年、91年には放流ヒラメの被捕食実態を調べるため、放流翌日から約1週間捕食者の

採捕を行い、胃内容物を分析した。調査結果の詳しい解析には過去の調査データも含めた。

3. ミツクリハマアミの生残、成長、再生産と餌料条件との関係

ろ過海水を入れた101円形透明水槽で飼育実験を行い、本種の生残、成長、再生産に関する特性とそれに対する餌料組成の影響を調べた。水温は天然海域においてミツクリハマアミの生物量が最大となる20℃とし、餌料の組み合わせにより下記のように6通りの実験区を設定した。実験開始時には保育囊から放出されて1日以内の幼体100から150個体を収容し、発育・成長測定区では10日毎に12から15個体ずつを固定した。発育段階の観察、頭胸長や擁卵数の測定は実体顕微鏡下で、胃内容物の分析は光学顕微鏡下で行った。

①アルテミア区：ふ化後24時間以内のアルテミア幼生を毎日与えた。一日当たりの投入量は、アミの成長に応じて、約6,000から20,000個体/水槽とした。

②栄養強化アルテミア区：ビタミンA, D3, E混合液と、海産クロレラを主成分とするアルテミア用餌料で①をさらに24時間培養し①と同じ密度、頻度で投入した。

③附着珪藻区：東北太平洋沿岸で普通にみられる附着珪藻*Navicula britannica*および*Cylindrotheca closterium*を5日毎に約 80×10^6 cell/水槽投入した。

④アルテミア・底砂区：底砂とは、アミ生息域海底において採集した砂をろ過海水(0.5 μm mesh)を流水状態にして培養したもので、附着珪藻が 20×10^4 cell/cm³から 10×10^6 cell/cm³含まれる。実験開始時に約300 cm³/水槽投入し、その後は、約10 cm³/水槽を3から5日毎に投入した。附着珪藻の優占種は、採集直後では、*Amphora* spp.、1ヵ月後では、*Nitzschia* sp.であった。アルテミアの投入量は①と同じである。

⑤アルテミア・珪藻区：①と③を与えた。

⑥無給餌区

天然個体についても発育過程、擁卵数、胃内容物を調べた。仙台湾内の飼育個体を採集した地点で、海底水温が実験条件とほぼ同じ時期(1992年8月24日、21.2℃)に採集した個体を発育過程および擁卵数の解析に用いた。胃内容物の分析には、岩手県大野湾で91年4月26日、仙台湾で5月27日および6月29日の正午前後に採集した個体を用いた。

4. アミ類の塩分耐性試験

仙台湾内の水深8mの海域においてアミ類を採集し、塩分の異なる4水槽(塩分:23.9, 21.5, 19.2, 15.8%)に収容し、24時間後に生き残りおよび遊泳状態を観察した。実験には、ミツクリハマアミの他、*Acanthomysis robusta*および*Neomysis japonica*を用いた。

5. ミツクリハマアミの栄養状態の周年変化

宮城県仙台湾の水深8mの海域において、91年11月から92年11月にかけて、1ヵ月に一回、ミツクリハマアミを採集した。採集後、直ちに実験室に持ち帰り、蒸留水で洗浄後、体長、湿重量を測定し、性徴の出現状況に応じて、幼体、雄、雌、擁卵雌の4つに区分した。その後、60℃で24時間乾燥させ、乾燥重量を測定した。柳本CHNレコーダー MT-2型を用いて、アミ個体全体の炭素量および窒素量を測定した。

調査結果

1. 各海域における餌料環境とヒラメ幼稚魚の食性

各海域における餌生物の組成とヒラメ幼稚魚の胃内容物を図2に示す。湾奥の河口域に位置

し河川水の影響を強く受ける宮古湾、大槌湾、越喜来湾では、アミ類の割合は極めて低く、等脚類、コエビ類（主にエビジャコ）、仔稚魚等が多く出現した（表1）。これらの海域では、ヒラメ稚魚は主に仔稚魚を摂食した。一方、河川水の流入がなく発達した砂浜海岸である大野湾では、アミ類が多くヒラメ稚魚もアミ類を主に摂餌した。このように放流漁場の環境により餌生物の組成やヒラメの食性は大きく2つに分けることができた。このタイプ別にヒラメの胃内容物を全長階級別に比較すると（図3）、河口域ではサイズに係わらず仔稚魚を主要な餌料として利用した。これに対して、砂浜域では体長10cm前後までアミ類を摂食し、以降、コエビ類や仔稚魚を摂食することが明らかとなった。また、アミ類、仔稚魚ともに少ない越喜来湾とアミ類の豊富な大野湾（表1）とで、放流後の摂餌率（摂餌個体の割合）を比較すると（図4）、大野湾では放流約1週間後には摂餌率は70%を越え高い値で安定したのに対して、越喜来湾では1ヵ月以上経過しても摂餌率は50%未満であった。放流実験を行った越喜来湾奥部は底質が砂泥であり、このような環境ではヒラメ幼稚魚に適した餌生物相は形成されないものと考えられた。

最も重要な餌生物であるアミ類について、三沢沖から浜松沖にかけて種組成を調べた（図5）。その結果、青森県以南の太平洋沿岸域においては、多くの海域でミツクリハマアミが優占して出現した。一方、河口付近に位置する海域では、*Neomysis*属や *Nipponomysis*属の種が優占した。また、仙台湾において水深帯別に採集調査を行った結果、ミツクリハマアミは水深約15m以浅に分布し、水深10m付近に最も多く分布した。

2. 餌生物群集組成の周年変化とヒラメ幼稚魚の摂餌生態

大野湾における、水温、アミ類の分布密度、ヒラメの胃内容物重量指数（ヒラメ胃内容物重量合計/ヒラメ重量合計×100）の周年変化を図6に示す。大野湾ではほぼ周年アミ類の中でミツクリハマアミが卓越して出現した。また、本種の分布密度は、水温の高い夏季から秋季に最も高く約2g/m³に達し、冬季には0.2g/m³以下にまで減少した。ミツクリハマアミの高密度出現期はヒラメ放流期とよく一致した。ヒラメ稚魚は89年にはミツクリハマアミを中心としたアミ類を主に摂食したが、90年の放流魚ではカタクチイワシを始めとした仔稚魚の割合が増大した。ヒラメの胃内容物重量指数は、水温が高くアミ類が多い秋季に増大し水温が低くアミ類の少ない冬季に低下した。しかし、カタクチイワシの摂食量が多い90年には、アミ類が多い時期でもアミ類の摂食量は相対的に少なかった。

3. ヒラメ種苗の放流サイズと摂餌、生き残りとの関係

カタクチイワシ・シラスの来遊が少なかったと考えられる89年には、小型で放流した個体ほど放流後の摂餌開始が速やかで摂餌率も高かった。しかし、カタクチシラスの来遊量が高かったと推測される90、91年には放流サイズ間で摂餌率に差はみられなかった。大船渡魚市場に水揚げされた市場サイズのヒラメの耳石上のALC標識径から放流サイズを推定したところ、全長9cm以上で放流すると効率よく市場サイズまで生き残っていたことが明らかになった（図7）。

4. ヒラメ食害調査

放流漁場で採集された魚類のうち、胃内容物中にヒラメ幼稚魚が確認されたのはアイナメ、1歳以上のヒラメ、マツカワ、コモンカスベ、クロソイの5種であった（表2）。このうちアイナメと大型ヒラメが放流ヒラメの主要捕食者と推定された。捕食者であるアイナメおよび大型ヒラメと捕食される0歳ヒラメのサイズの関係を見ると、本海域の0歳ヒラメの成育場で普

通に見られる全長25～30cmの捕食者は全長8.5cmまでの0歳ヒラメを捕食できることが明らかとなった(図8)。全長9cm以上で放流すると高い生残が期待できることが耳石標識法により明らかになっているが、このサイズは捕食を受けやすい上限サイズとよく一致しており、放流ヒラメの減耗の主要因が被捕食であることが強く示唆された。

5. ミツクリハマアミの生残、成長、再生産と餌料条件との関係

5通りの餌料区を設定した飼育実験により、アルテミア幼生を給餌すれば他の餌条件に係わらず、平均で40日令程度の寿命が得られることが明らかとなった(図9)。珪藻区および無給餌区では、10日前後で全て死亡した。また、40日令を越えると雄の死亡が相対的に増大し生残個体中の雌の割合が高くなった。

50日令で成長を比較すると(図10)、4通りの餌料区の間で頭胸甲長に有意差は認められなかった(ANOVA、 $p>0.05$)。雌雄を比較すると、20日令では僅かに雌の方が大きかったが、30日令前後からは雄の方がより大きくなる傾向がみられた。以上のことから、ミツクリハマアミの生き残りや成長には動物性餌料であるアルテミア幼生のみで十分であることが明らかになった。

固定した雌個体のうちの擁卵雌の割合は(表3)、アルテミア区および栄養強化アルテミア区が、他のいずれの餌料区よりも有意に低かった(カイ二乗検定、 $p\leq 0.05$)。天然区を含めた他の3区の間には、有意な違いはみられなかった($p>0.05$)。アルテミアのみの区では、サイズに係わらず擁卵雌の割合が低かったが、形態形成には飼育実験の餌料区間に相違は認められず、いずれの実験区でも頭胸甲長1.75mm以上で全ての個体について雌雄判別が可能となった。また、哺育嚢も同様に発育した。頭胸甲長と擁卵数の関係を見ると(図11)、アルテミア・底砂区と天然個体の擁卵数は頭胸甲長に対して有意な正の相関を示した。アルテミア区の擁卵数は他の2区と較べて相対的に少かった。各実験区の1雌当たりの産仔数は、アルテミア区、栄養強化アルテミア区では、0～2個体であったのに対して、アルテミア・珪藻区、アルテミア・底砂区では7から23個体の産出がみられた。産仔期間は約25日令から50日令であった。

以上のように、アルテミアのみで飼育した個体はアルテミア・珪藻区およびアルテミア・底砂区で飼育した個体よりも顕著に再生産能力が低いことが明らかになった。天然およびアルテミア・底砂区のミツクリハマアミの胃内容物中には、小型甲殻類のほか多数の付着珪藻が確認されており、本種の再生産には付着珪藻の摂餌が重要なことが示唆された。珪藻類は動物の再生産過程において重要な役割をはたしている高度不飽和脂肪酸(n-3 HUFA)を豊富に含んでおり^{3,4)}、n-3 HUFAの供給により再生産が活発化に行われたのではないかと推測される。

6. アミ類の塩分耐性試験

ミツクリハマアミは塩分23.9%では全個体が正常であったが、21.5%で死亡個体が出現し、19.2%では約半数が、15.8%では全個体が死亡した(表4)。一方、*Acanthomysis robusta*は15.8%まで、*Neomysis japonica*は19.2%まで全個体が正常であった。これまでの野外調査結果から、ミツクリハマアミは塩分の低い河口域には生息しないことが明らかにされている。一方、*Neomysis japonica*は主に汽水域に生息する種である。アミ各種の分布域は塩分耐性と密接な関係があることが明らかとなった。

7. ミツクリハマアミの栄養状態の周年変化

ミツクリハマアミ体成分中のC/N比は、主に炭素量の変動により3.6～4.1の範囲で変

化した。同時に測定した肥満度も、C/N比とほぼ同様のパターンで変動した。一般に、高いC/N比は、脂肪含量が高く栄養状態がよいことを意味する⁵⁾。ミツクリハマアミの場合、擁卵雌でC/N比が高い傾向がみられたほか、仙台湾では夏から秋に高い季節変化が認められた。

考 察

ヒラメ幼期の摂餌生態の研究は、新潟県⁶⁾や長崎県⁷⁾等、近年いくつかの海域で行われている。しかし、東北太平洋沿岸域における知見は皆無であった。本調査により東北太平洋沿岸域においても他の海域と同様にヒラメ幼期の餌料生物として、アミ類と仔稚魚が重要であることが明らかになった。また、東北太平洋沿岸域のヒラメ放流場では、湾奥の河口域を除いてミツクリハマアミが近底層プランクトン群集中に卓越して出現し、ヒラメ稚魚の胃内容物中にも優占した。さらに、高知県の土佐湾においても本種が優占種であることが最近明かとなり（広田、私信）、本種が四国以北青森県までの太平洋沿岸の広い海域で優占種であることがわかってきた。このことから、ヒラメの成育場ではミツクリハマアミの分布量が重要なポイントとなると考えられる。しかし、残念ながら本調査ではミツクリハマアミと海底の構築物との関係は認められず、本種を増産するための具体的な手法については明らかにできなかった。ただし、本研究により寿命、成長速度、再生産速度、食性、分布や出現を規定する環境要因等のミツクリハマアミに関する基礎的な生物学的・生態学的諸知見をかなり収集することができた。さらに、本調査の一環として、ミツクリハマアミを正常に生残、成長、再生産させることができる飼育技術を開発した。今後、飼育実験等により生産速度、再生産速度に与える水温の影響に関するデータを追加することにより、放流場の環境収容力の推定に必要な生物情報がほぼ整備されることになる。

ヒラメ幼期の餌生物としては、着底初期にはアミ類が重要であり成長に伴って仔稚魚の重要性が増大する。ヒラメ幼稚魚にとって最も好適な餌料環境は、アミ類と仔稚魚の双方が豊富に存在することであり、河川水が流入する大規模な砂浜海岸は両方の餌生物を生産することが可能な最も好適な放流場構造を有すると考えることができる。人為的に餌料環境を改善する際には、大野湾のような外洋に面した海域ではカタクチイワシ等の仔稚魚の増産を、大槌湾のような湾奥の河口域ではアミ類の増産を図る必要がある。面積的にみれば、前者がヒラメ成育場のほとんどを占めると考えられる。また、越喜来湾のようにどちらの餌生物も少ない場所は放流には不適である。調査海域に近い岩手県の綾理湾で平成4年度から、また近接する吉浜湾では平成5年度から広域型増殖場の事業化が始まり十字礁の投入が行われている。十字礁はすでにいくつかの海域でヒラメ育成礁としての実証試験が行われており、ヒラメ幼稚魚の蛸集効果はある程度確認されているが、餌生物の増産効果についてはいまだほとんど不明のままである。我々が行ったこれまでの予備調査では十字礁はアミ類よりも仔稚魚の蛸集効果に優れる可能性が示唆されており、平成5年度からは本調査結果を基盤として、十字礁の餌生物蛸集・増産効果についてさらに調査を進める予定である。

大野湾にサイズクラス別に人工種苗を放流した89年度の調査結果では、小型種苗ほど放流後の摂餌の開始が早かった。ヒラメの食性は着底直後からしばらくはアミ類中心でありその後成長に伴って魚食性へ移行することから、アミ類が多い一般的な放流場では小型種苗ほど天然環境への馴化が速やかであろうと考えられる。しかし、捕食者調査により小型種苗ほど食害を受けやすいことが明らかとなった。このことからアイナメやクロソイなど根付きの捕食者が多い冷水域でヒラメの成育場を造成する際には、これらの魚食性魚類を蛸集させないようにできるだけ陰を作らないような構造を検討することが要求される。

本調査に関連して、放流直前にALC標識を耳石に施し再捕魚のALC標識径から放流サイズを推定する方法を開発した。ALC標識径は3歳魚においても確実に検出、測定が可能であり、従来の放流サイズ群ごとに標識を変える方法と比較すると、作業性、標識率、精度等において極めて優れた標識方法といえることができる。この方法により、放流直後から市場サイズまでの各段階で、放流ヒラメの生残と放流サイズとの関係を放流サイズ1 cm間隔の精度で詳しく調べることができた(図7)。本調査では種苗の生産コストまでを含んだ検討は行っていないが、生態学的には岩手県では全長9-10 cmで種苗を放流するのが最も効率的であることが明らかになった。

摘 要

本研究により、次の成果が得られた。

- 1) 青森県から高知県までの太平洋沿岸の広い水域で、ミツクリハマアミがヒラメ幼稚魚の餌料として最も重要であることが明らかになった。
- 2) 太平洋沿岸のヒラメ幼期の成育場は、餌料環境の特性によりミツクリハマアミが卓越する河川水の影響の少ない外洋性の砂浜海岸と仔稚魚が豊富な河口域の海岸に大別された。底質に泥分が多くなるほど成育場としては不適になると考えられた。
- 3) ミツクリハマアミの生活史、生産速度、再生産速度に関する基礎的知見が得られた。
- 4) ミツクリハマアミの生産量の推定に不可欠な飼育手法の開発に成功した。
- 5) ヒラメ幼稚魚の放流サイズと資源加入までの生き残りとの関係を把握する手法を開発し、岩手県沿岸では全長9 cm以上で市場サイズまでの生き残り率が高いことがわかった。放流種苗の主要な減耗要因は被捕食と考えられた。

今後の課題

- 1) 太平洋沿岸域の放流場はアミ類が豊富な外洋性の砂浜海岸と、仔稚魚が豊富な河口域の海岸に大別された。面積的には前者の方が圧倒的に広いことから、ヒラメの成育場を造成するに当たってはアミ類が豊富な場所に仔稚魚を増産できるような環境を構築することが今後の重要な課題となるであろう。
- 2) ヒラメ成育場の造成手法としては、十字礁のような育成礁の設置が期待される。育成礁の事業化のためには、育成礁の効果の確認と機能(ヒラメ幼稚魚及び餌生物の増集と増産)のメカニズムの解明が重要である。
- 3) 育成礁の設計に当たっては、アイナメ等の外敵生物の生態も考慮に入れる必要がある。
- 4) ヒラメ幼稚魚の主要な餌料であるアミ類(ミツクリハマアミ)と仔稚魚(特にハゼ類やカタクチイワシ)の生産構造や来遊機構を解明し、成育場造成のための基礎とするだけでなく環境収容力の推定技術などへの展開を図る必要がある。

引用文献

- 1) 広田裕一・富永 修・上原子次男・児玉公成・貞方 勉・田中 克・古田晋平・小嶋喜久雄・興石裕一、1989：日本海におけるアミ類の地理分布。日本海ブロック試験研究集録、15、43-57。
- 2) 藤井徹生・首藤宏幸・畔田正格・田中 克、1989：志々伎湾におけるヒラメ稚仔魚の着底過程。日水試、55(1)、17-23。

- 3) J.K.Volkman, S.W.Jeffrey, P.D. Nichols, G.I.Rogers and D.D. Garland, 1989: Fatty acid and lipid composition of 10 species of microalgae used in mariculture. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 128, 219-240.
- 4) K.E.Kreeger, D.A.Kreeger, C.J.Langdon and R.R.Lowry, 1991: The nutritional value of Artemia and Tigriopus californicus (Baker) for two Pacific mysid species, Metamysidopsis elongata (Holmes) and Mysidopsis intii (Holmquist). J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 148, 147-158.
- 5) 谷口 旭、1975: 動物プランクトンの生産生態(元田 茂編、海洋プランクトン)、東海大学出版会、東京、p.116-235.
- 6) 広田祐一、1988: 餌料生物群集からみた環境収容力の評価。マリンランニング計画、ヒラメ・カレイ プロGRESSレポート、(3)、203-215.
- 7) 首藤宏幸・後藤常夫・池本麗子・富山 実・畔田正格、1992: 志々伎湾におけるヒラメ放流種苗の減耗過程。西水研研報、(70)、29-37.

本課題に関する研究成果は以下の論文として投稿中または投稿準備中であるので、詳しい内容についてはそちらを参照頂きたい。

- 1) 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: 岩手県沿岸における放流ヒラメ種苗の被捕食。水産増殖、投稿中。
- 2) Y.Yamashita, S.Nagahora, H.Yamada and D.Kitagawa: Effects of release size on survival and growth of Japanese flounder Paralichthys olivaceus in coastal waters off Iwate Prefecture, northeastern Japan. Mar Ecol Prog. Ser., 投稿中。
- 3) 山田秀秋・熊谷厚・長洞幸夫・武蔵達也・藤田恒雄・二平 章・影山佳之・北川大二・広田祐一・山下 洋: 太平洋沿岸域における主要アミ類の分布特性。東北水研研究報告、投稿中。
- 4) Y.Yamashita, H.Yamada, S.Nagahora, K.Igarashi, K.Sato: Feeding food organisms growth and migration of released hatchery-raised Japanese flounder (Paralichthys olivaceus) fry in Ohno Bay, northeastern Japan. Fisheries Oceanography, 投稿準備中。

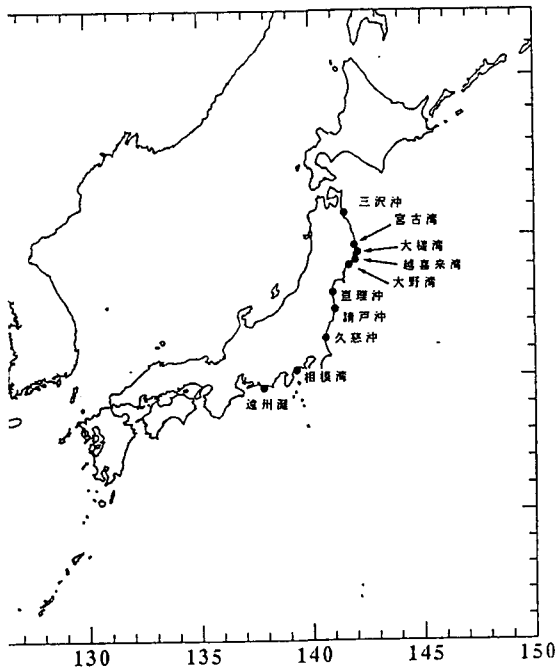


図1 調査点.

表1 ヒラメ幼稚魚の主要餌生物の分布密度.

分布量 (mg/m ³)	宮古湾奥	大槌湾奥	越喜来湾奥	大野湾	巨理沖
アミ類	185	29	83	1105	502
コエビ類	370	333	938	279	818
仔稚魚	0	352	53	1	474
合計	555	714	1074	1385	1794

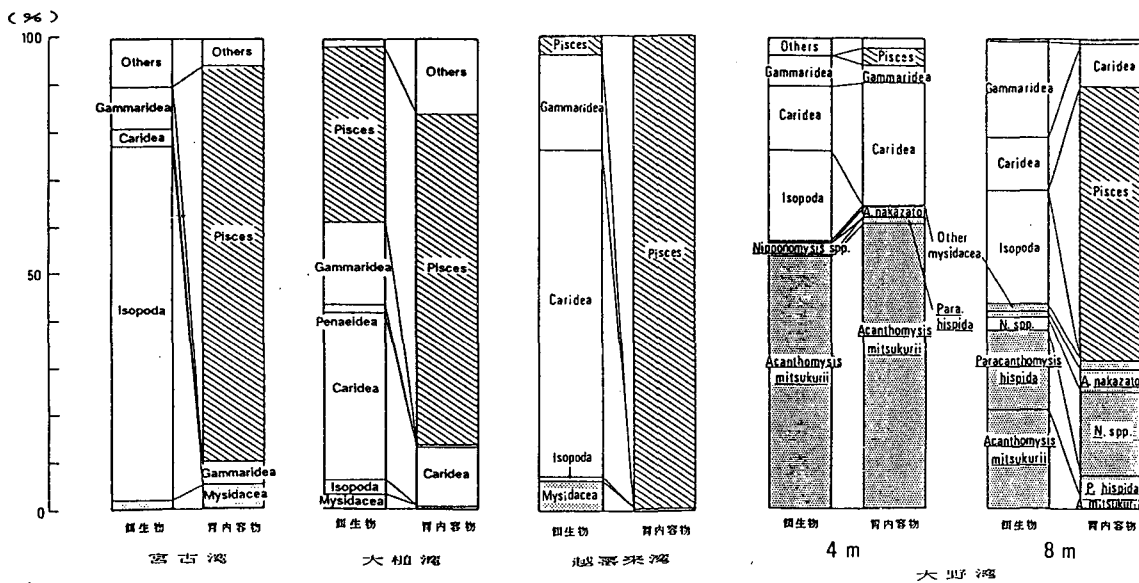


図2 調査点ごとの餌生物重量組成とヒラメ幼稚魚の胃内容物重量組成. Caridea: コエビ類, Gammaridea: ヨコエビ類, Isopoda: 等脚類, Mysidacea: アミ類, Pisces: 魚類, 学名表示はすべてアミを指す.

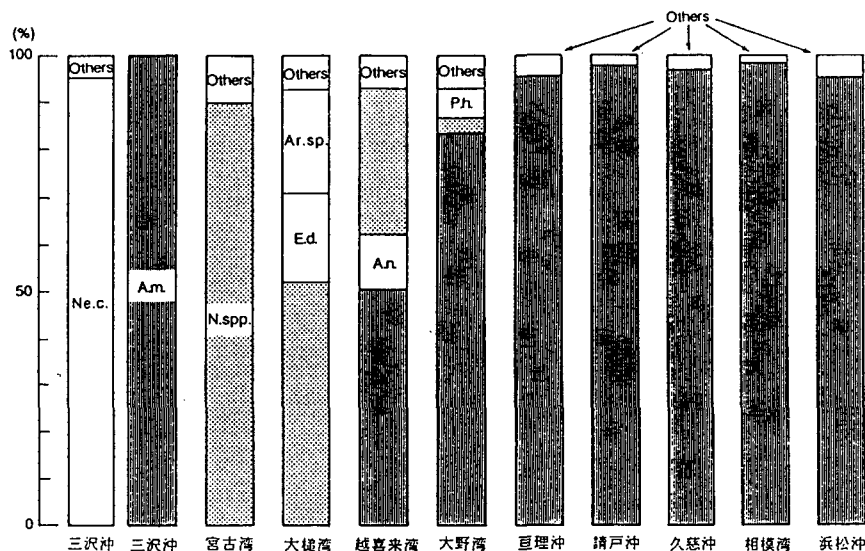


図5 太平洋中・北部沿岸におけるアミ類の種組成. A. m.: *Acanthomysis mitsukurii*, A. n.: *Acanthomysis nakazatoi*, Ar.: *Archacomysis*, E. d.: *Exacanthomysis davisi*, N.: *Nipponomysis*, Ne. c.: *Neomysis czerniawskii*, P. h.: *Paracanthomysis hispida*

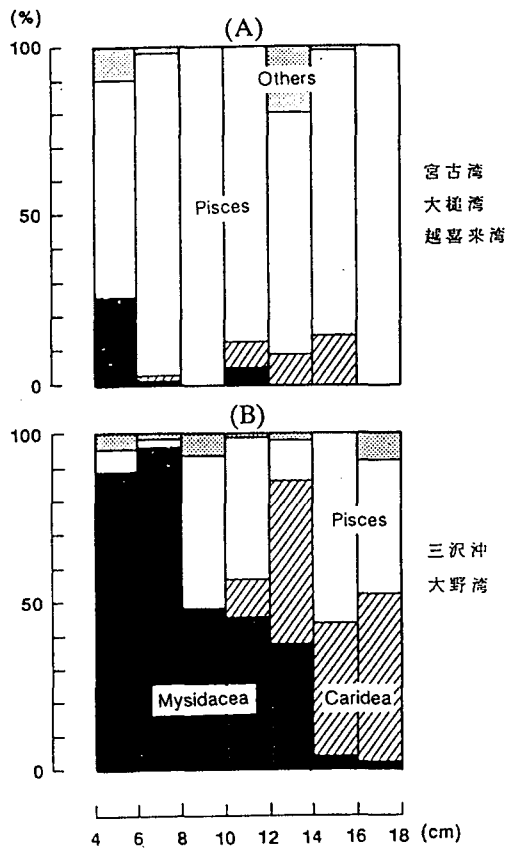


図3 ヒラメの全長階級別胃内容物重量組成。

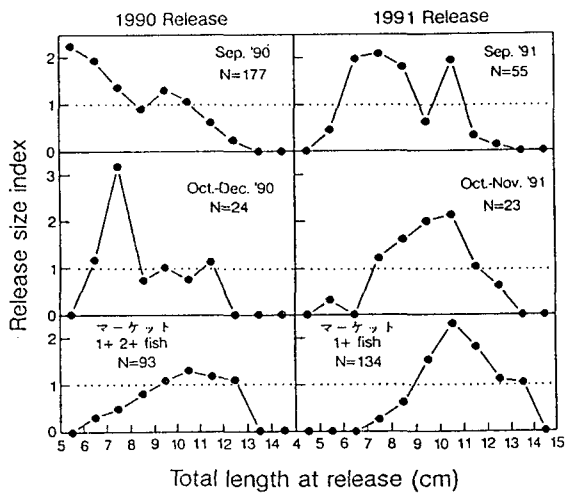


図7 放流サイズと生き残りの関係。

Release size index (RSI) : (再捕時のある体長群の再捕魚全体における個体数割合) / (放流時のある体長群の個体数割合)。

表2 岩手県大野湾、門の浜湾におけるヒラメ幼稚魚の捕食者調査結果
1981-1983年、90、91年の合計

捕食者	調査個体数	ヒラメ捕食 個体数	捕食率 (%)	被捕食 ヒラメ数	被捕食ヒラメ 個体数/胃
アイナメ	224	17	7.6	42	2.5
ヒラメ	141	18	12.8	34	1.9
コモンカスベ	9	1	11.1	5	5
クロソイ	11	1	9.1	3	3
マツカワ	3	1	33.3	5	5

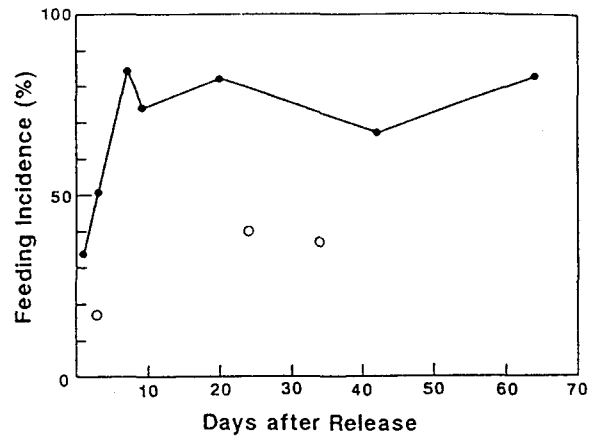


図4 大野湾(黒丸)と越喜来湾(白丸)におけるヒラメ種苗放流後の摂餌率の比較。

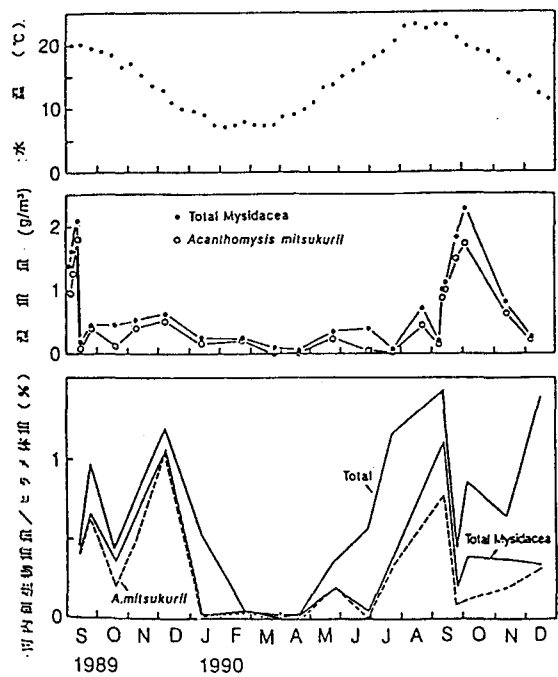


図6 調査期間中の水温(上段)、アミ類の分布密度(中段)およびヒラメの胃内容物重量指数(下段)。

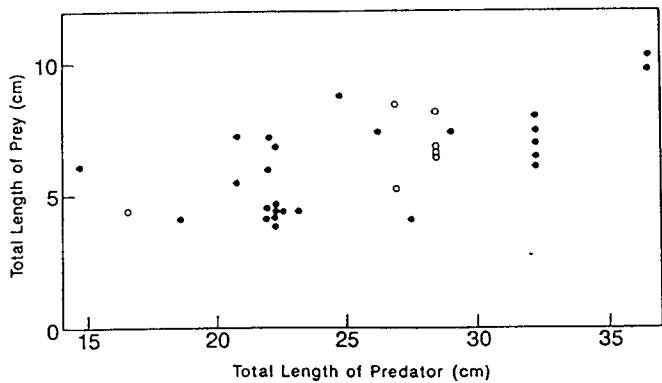


図8 岩手県大野湾と門の浜湾における捕食者（黒丸：アイナメ 白丸：ヒラメ）と捕食されたヒラメの全長の関係。

表3 ミツクリハマアミの各餌料区および天然個体の、雌個体中の頭胸甲長階級別の擁卵雌の割合（擁卵雌数/雌数×100）。

Carapace length (mm)	アルテミア区	栄養強化アルテミア区	アルテミア・桂藻区	アルテミア・底砂区	天然個体
<1.25	---	---	---	---	---
1.25-1.49	---	---	---	---	0.0
1.50-1.74	---	---	---	N. D.	14.3
1.75-1.99	0.0	0.0	0.0	50.0	92.9
2.00-2.24	25.0	14.3	60.0	82.4	85.7
2.25-2.49	0.0	21.4	23.1	15.4	100.0
2.50≤	20.0	16.7	100.0	60.4	N. D.
Total	9.7	16.7	47.8 *	53.8 *	64.3 *
N	31	30	23	39	28

--- juvenile

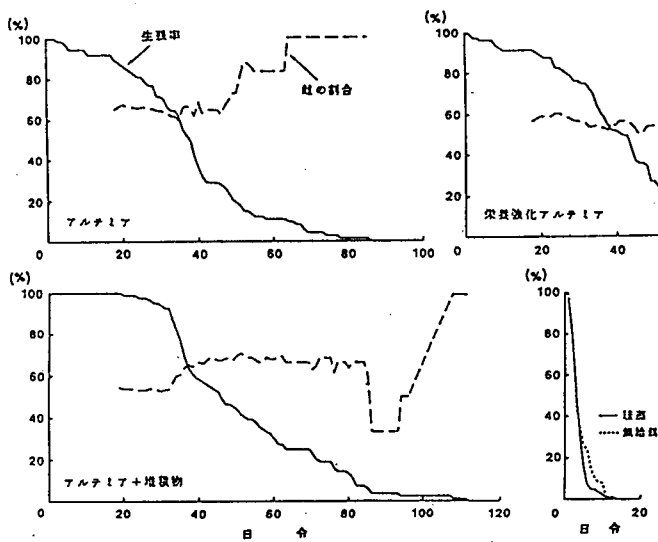


図9 ミツクリハマアミの餌料種類別の生残率および雌の割合の変化。

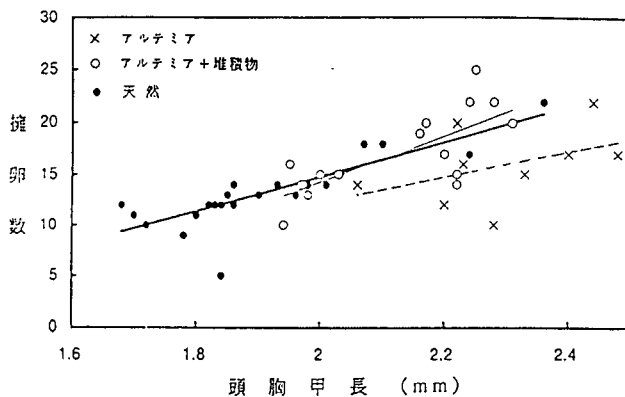


図11 ミツクリハマアミの頭胸甲長と擁卵数との関係

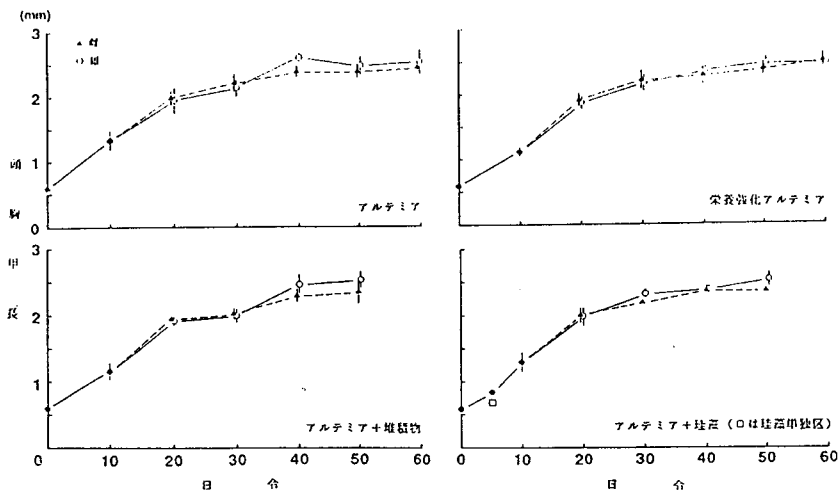


図10 ミツクリハマアミの餌料種類別の成長。

表4 アミ類の塩分耐性試験結果。数字は24時間の生残率(%)を示す。

塩分 (%)	Acanthoysis mitsukurii			Acanthoysis robusta			Neoysis japonica		
	正常	異常	死亡	正常	異常	死亡	正常	異常	死亡
	23.9	100	0	0	100	0	0	100	0
21.5	93	0	7	100	0	0	100	0	0
19.2	38	15	47				100	0	0
15.8	0	0	100	100	0	0	83	0	17