

# ヒラメ稚魚の浅海成育場における収容力評価手法の開発

西海区水産研究所 海区水産業研究部 資源培養研究室

興石 裕一・清本 節夫・曾 朝曙

調査実施年度 平成10～12年度

## 緒 言

ヒラメの増殖場は、構造物の特性や浅海域の海況特性から、幼魚期や未成魚期を対象として10m以深の海域に造成されるのが一般的である<sup>1)</sup>。一方、ヒラメ資源の年級豊度の大概が決定されるのは稚魚期以前と推察され<sup>2)</sup>、極沿岸の浅海域で生活する稚魚期を効率的に保護育成出来れば本種資源の維持・培養に極めて有効と考えられる。本調査では、浅海域のヒラメ0歳魚(稚魚)収容力の評価を試み、利用が進んでいない本海域の保全や増殖場としての利用に必要な基礎資料とすることを目的とした。具体的には、ヒラメ稚魚がアミ類に特化した食性を示すことに注目し、アミ類とヒラメ0歳魚の分布様式、成育場移出とアミ類分布密度の関係、あるいは両者の分布密度の年変動を調べ、アミ類の現存量を基準にした収容力評価の可能性を検討した。なお、本調査は、UJNR水産増養殖専門部会の日米共同研究プロジェクト「日米ヒラメ共同放流実験」の一環として京都大学、福井県立大学、日本栽培漁業協会(宮津、小浜事業場)の協力を得て実施した。

## 調査方法

### ヒラメ0歳魚及びアミ類分布密度の季節変化及び年変動

長崎県島原半島南西部に位置する加津佐町前浜地先(図1)を対象海域とし、網口幅2mの西水研Ⅲ型桁網<sup>3)</sup>及び網口幅60cmのソリネット<sup>4)</sup>によるモニタリング調査標本を用いてヒラメ0歳魚及びアミ類分布密度の季節変化と年変動を調べた。アミ類分布密度の季節変動については調査密度の高かった1994年について調べ、0歳魚の着底期である4月のアミ類及び成育場における体長15mm以上の0歳魚密度が最も高くなる5月のヒラメ0歳魚の単位面積当たりの採集量を各年の密度指数とした。なお、0歳魚及びアミ類の採集は原則として満潮後の2, 4, 6, 8m等深線上で行い、分布密度は水深1～9m海域の平均値で表した。

### 成育場移出期のヒラメ0歳魚分布実態

福井県大飯郡和田浜地先を対象海域として調査を行った。3カ年とも、成育場(浅海砂底域)内のヒラメ0歳魚分布密度が低下する時期、すなわち成育場移出期と推定された7月を中心に、砂底域(水深2m)及び岩礁周辺域(同10m)で潜水調査を行い、50mのライントランセクト上のヒラメ0歳魚を計数した。調査は1998年は7月14～16日、1999年は6月

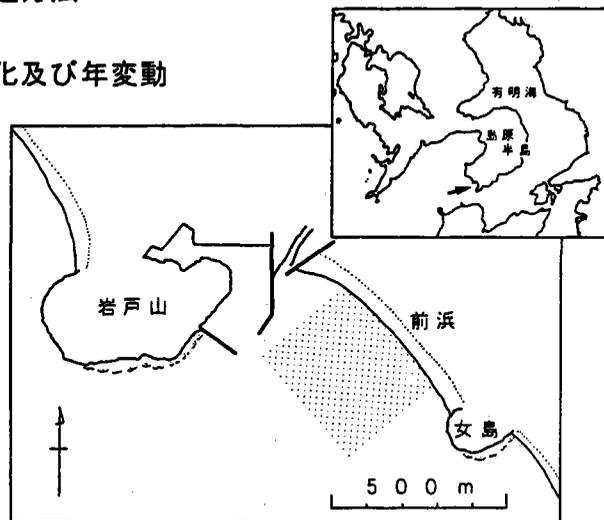


図1. 加津佐町前浜地先の調査海域

22-23日, 7月14, 29日, 2000年は7月4, 14, 及び24日に行った。また, 計数と同時に0歳魚を採集して胃内容物を分析し, 砂底域と岩礁周辺域における摂餌状況から両海域の成育場として機能を検討した。

#### ヒラメ0歳魚の捕食圧によるアミ類分布密度, 種組成変動の可能性

急激なヒラメ密度の増大によるアミ類分布密度及び種組成の変化, 並びに天然ヒラメ0歳魚分布様式の変化を把握するため, ヒラメ人工種苗を放流し, 放流前後のアミ類分布密度と種組成, 及び天然0歳魚の分布密度を調査した。加津佐町前浜地先で1997~2000年の5月下旬から6月上旬実施した4回の放流群(表3)を対象とし, 再捕された放流魚の胃内容からアミ類分布密度の変化と放流魚による捕食圧との関係も検討した。

#### 成育場におけるアミ類とヒラメ0歳魚分布密度の関係

加津佐町前浜地先海域(水深1~9m海域)を対象に, 7)成育場におけるヒラメ0歳魚分布密度とアミ類分布密度の関係, 及び 1)ヒラメ推定資源重量とアミ類の推定資源重量との関係を求め, アミ類分布量を基礎とした収容力の評価を試みた。7)については, 1994~2000年のモニタリング調査結果を用い, 5月の0歳魚分布密度とアミ類分布密度との関係を検討した。1)については, 1994及び1997~2000年級の0歳魚を対象にその推定資源重量の季節変化(単純移動平均値)にロジスチック曲線を当てはめ, 推定された収容量(上限値=K値)とアミ類資源重量との関係を検討した。また, ヒラメ稚魚の成育場移出が成育場における餌密度の低下により始まると仮定し, 移出開始時期のアミ類密度から, ヒラメ単位重量を(成育場内に)維持できるアミ類重量を算出した。

### 調査結果

#### ヒラメ0歳魚及びアミ類分布密度の季節変化及び年変動

調査海域では3月から本格的にヒラメの着底が起き, 0歳魚の密度は4月に最も高くなった(図2)。ただし, 体長15mm以上の0歳魚については5月の密度が最も高く, これは過去10年間ほぼ共通していた。一方, アミ類分布密度はヒラメがこの海域を利用する3~6月に高い傾向を示した。1994年の例では春, 夏2回のピークを示し, 特に春のピーク密度が高かった(図3)。また, 種組成をみると1994年のようにトゲイサザアミが優占する年が多かったが, 優占種や季節変化のパターンは年により顕著に異なった。4月と5月の優占種は共通する年が多かったが, 1998年にはこの間に優占種が交替した。

アミ類, ヒラメ0歳魚とも分布密度の年変動は大きく(図4), ヒラメでは1991~2000年の10年間で30倍, アミ類では1994年~2000年の7年間で70倍(1991~1993年の3カ年は採集器具の網目幅が異なるため除外)の変動が認められた。また, アミ類分布密度が極めて低かった1992, 1997, 2000年にはヒラメ0歳魚の密度も低く, アミ類分布密度が高かった1994~1996年には0歳魚の分布密度も高かった。このことから着底期(4月)のアミ類分布密度が着底した0歳魚の生残と滞留に強く関わることを示唆された。

#### 成育場移出期のヒラメ0歳魚分布実態

1998年の調査では岩礁及び離岸堤際で多くの0歳魚が目視され, 0歳魚の分布密度は浅海砂底域が0.7(0~2)個体/50m<sup>2</sup>であったのに対し, 岩礁及び離岸堤際では4.75(0~13)個体/m<sup>2</sup>と約7倍の差が認められた。岩礁及び離岸堤から少し離れた海域では目視数が極端に減少し, 成育場移出期に桁網での採集が困難なこれらの海域に0歳魚が集中して分布することが確認された。1998年7月9日に浅海砂底域で採集された0歳魚の胃充満度指数は低く, すでに重量的には魚類が主要な餌生物となっていた(表1)。一方, 岩礁及び離岸堤

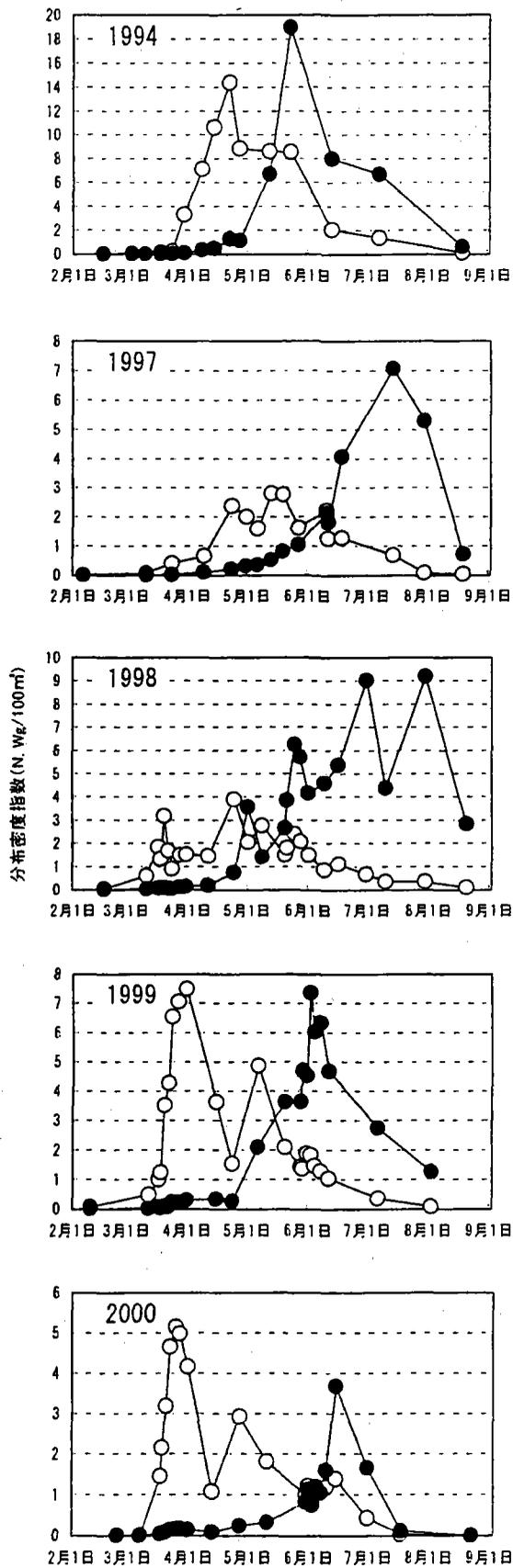


図2. 加津佐前浜地先におけるヒラメ0歳魚密度の年別季節変化 (○: 個体数, ●: 重量)

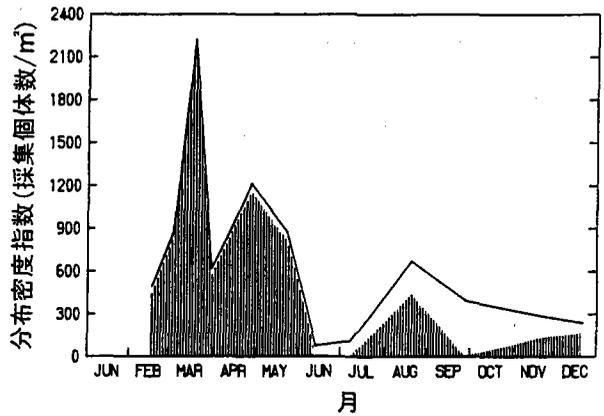


図3. 加津佐前浜地先におけるアミ類分布密度の季節変化(1994年) (斜線部はトゲイサザアミ)

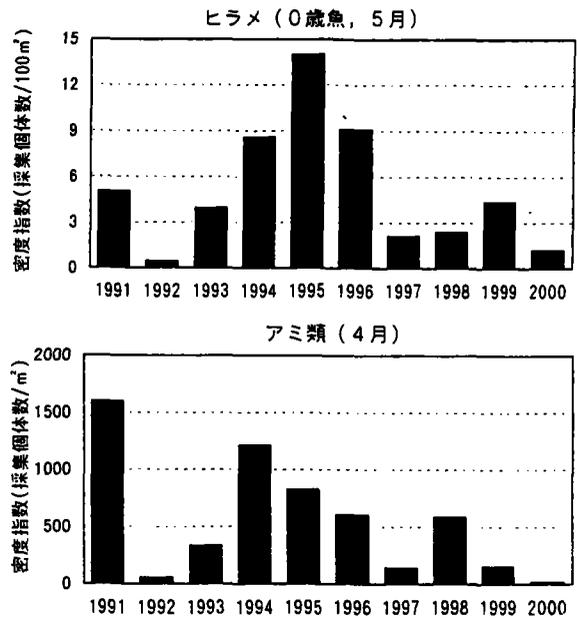


図4. 加津佐前浜地先におけるヒラメ0歳魚(5月, 体長15mm以上)及びアミ類(4月)の分布密度指数の年変動

際で採集された0歳魚は、浅海砂底域で採集された0歳魚と比較し、魚類への依存度を高め、胃充満度指数を増加させていた(表1)。

1999年6月22, 23日及び7月29日の潜水計数調査結果を図5に示した。この2回の調査の間に岩礁周辺域の0歳魚の平均全長は5cmから11cmに増加し、これらの0歳魚の胃内容物は重量組成の83~99%

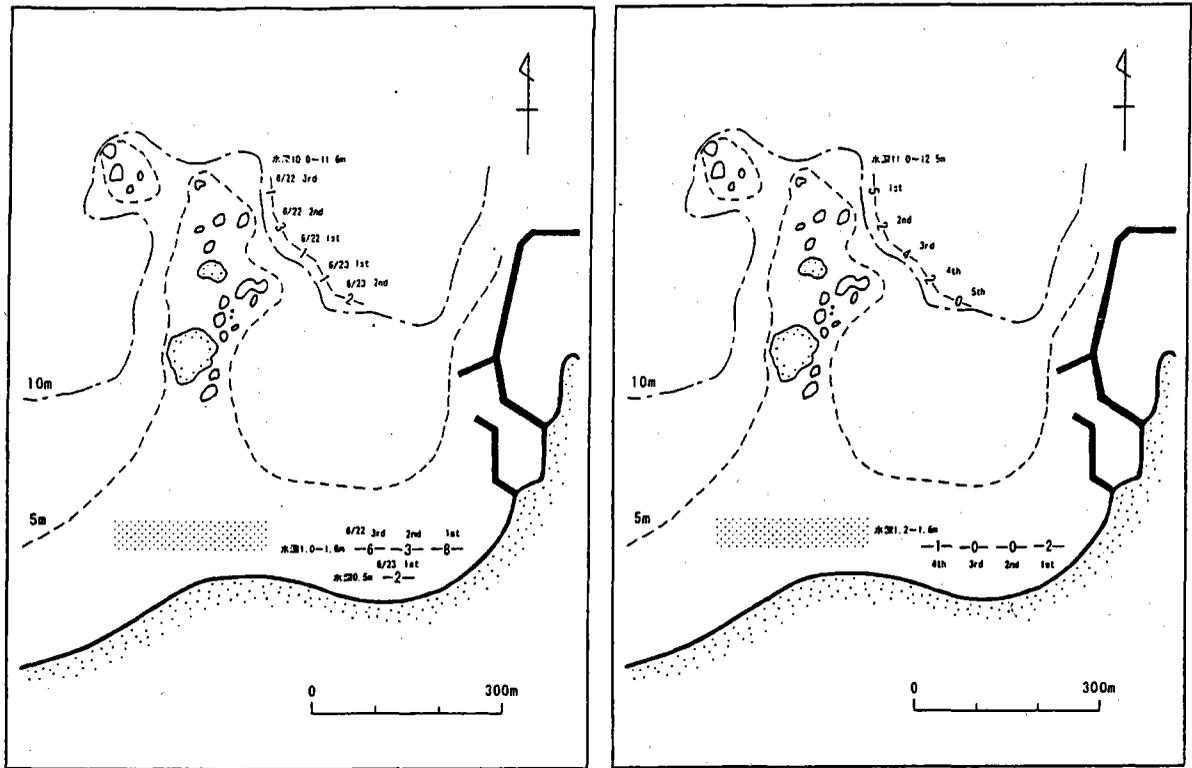


図5. 1999年の和田浜地先の岩礁周辺域及び成育場(浅海砂底域)におけるヒラメ0歳魚の潜水計数結果(目視個体数/50m<sup>2</sup>, 1999年 左: 6月22, 23日, 右: 7月29日)

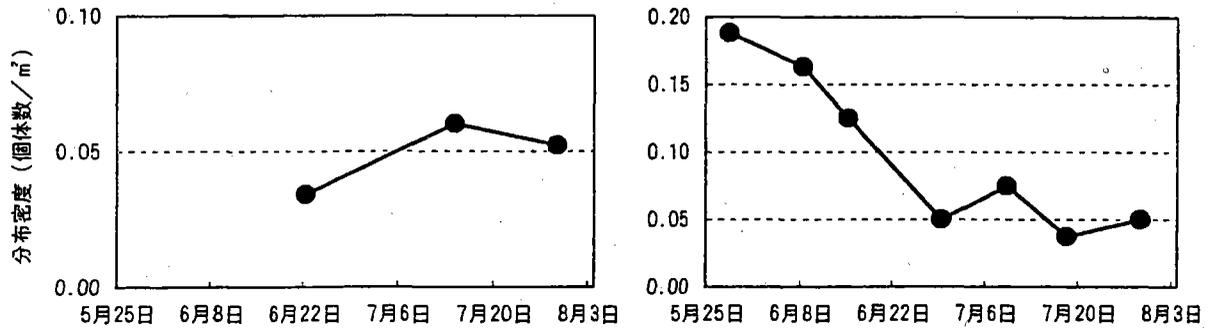


図6. 1999年の和田浜地先の岩礁周辺域(左)及び浅海砂底域(右)におけるヒラメ0歳魚分布密度の季節変化(桁網の採集効率を0.4とした推定値)

が魚類で占められていた。また、岩礁周辺域の7月の分布密度は6月のおよそ2倍であった(図6)。これに対し、桁網で採集された浅海砂底域の0歳魚密度は5月末から減少しており(図6)、餌生物も6月以降は魚類が主体となっていた。一方、2000年7月の3回の調査期間中、岩礁周辺域、浅海砂底域ともにヒラメ0歳魚分布密度は低下し、両海域とも比較的良好な成長が認められた(表2)。また、両海域で採集された0歳魚の摂餌状況を比較

表1. 和田浜地先で1998年に採集されたヒラメ0歳魚の採集海域別摂餌状況

採集年月日 採集海域	98/07/09 浅海砂底域	98/07/16 岩礁及び離岸堤際
標本数	14	17
平均全長(mm)	56.5	81.2
摂餌個体の出現率(%)	93	82
胃充満度指数(%)	0.61	1.25
胃内のアミ類(重量%)	44	8
胃内の魚類(重量%)	56	91

すると、岩礁周辺域で採集された0歳魚はいずれも魚食性を示し、各調査日ともに浅海砂底域で採集された0歳魚より良好な摂餌状況を示した(表2)。

1999年の調査では0歳魚分布密度が浅海砂底域で低下するのと平行して岩礁周辺域で上昇することが観察され、浅海砂底域の餌環境の悪化により稚魚が沖合に移動して岩礁周辺域を利用したことが推察された。一方、2000年には分布密度の減少が両海域で平行して起きた。また、両海域の0歳魚のサイズをみると、平均全長は他の2カ年と同様に岩礁周辺域が大きかったものの、その全長範囲は広く(図7)、両海域がともに成育場になっていた可能性が高い。

表2. 和田浜地先の浅海砂底域(水深2m)及び岩礁周辺域(水深10m)におけるヒラメ0歳魚の分布密度及び摂餌状況(2000年)

採集年月日	00/07/04	00/07/04	00/07/14	00/07/14	00/07/24	00/07/24
採集海域(水深)	2	10	2	10	2	10
標本数	25	16	26	21	22	19
分布密度(N/100m <sup>2</sup> )	8.8	14.4	5.6	12.4	2.0	8.0
平均全長(mm)	49.7	64.3	57.5	83.4	66.6	89.1
摂餌個体の出現率(%)	96.0	100.0	80.8	95.2	68.2	73.7
胃充満度指数(%)	1.4	5.1	0.7	2.9	0.3	0.5
胃内のアミ類(重量%)	91.3	0.0	71.4	1.1	12.8	4.7
胃内の魚類(重量%)	8.7	100.0	22.6	98.9	87.2	95.3

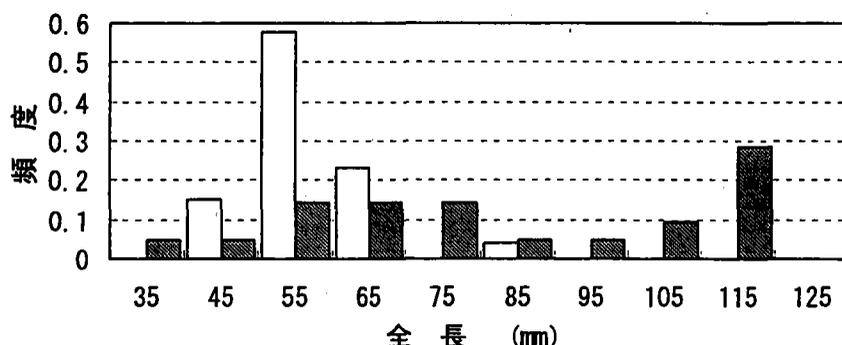


図7. 2000年7月14日に和田浜地先の浅海砂底域(水深2m, 白)及び岩礁周辺域(水深10m, 黒)で採集された0歳魚の全長組成

#### ヒラメ0歳魚の捕食圧によるアミ類分布密度、種組成変動の可能性

4回の放流実験はいずれも調査海域が成育場として利用される期間の後半に実施し、放流した種苗のサイズ(体長)は天然魚より10~30mm小さかった。各放流実験における放流当日のアミ類分密度と優占種、及び放流魚の摂餌状況を表3に示した。

表3. 加津佐前浜地先に放流した人工種苗の摂餌状況及び餌料環境

放流年	1997	1998	1999	2000
放流月日	6.10	5.20	5.28	5.30
放流個体数(千尾)	42	60	50	50
放流魚平均全長(mm)	41.1	28.7	34.1	33.9
放流当日のアミ類分布密度 <sup>1)</sup>	97	2560	363	436
アミ類の優占種 <sup>2)</sup>	Nt	Ns	No	No
放流翌日の摂餌個体出現率(%)	20	90	30	50
放流翌日の胃充満度指数 <sup>3)</sup>	0.0007	1.11	0.65	0.80
放流翌日の胃内のアミ類(重量%)	100	100	100	64
放流3日目の胃内のアミ類(重量%)	95	100	100	98

<sup>1)</sup>: ソリネットによる採集個体数/m<sup>2</sup>

<sup>2)</sup>: Nt: *Nipponomysis triumii*, Ne: *Neomysis spinosa*, No: *Nipponomysis ornata*

<sup>3)</sup>: 胃内容重量/体重(%)

人工種苗が摂餌した生物はほとんどがアミ類であり、ヨコエビ類がみられた2000年の放流当日を除き、重量組成で90%以上を占めた。また、摂餌個体の出現率や胃充満度指数は環境中のアミ類分布密度と良く対応していた。

放流当日のアミ類分布密度及び優占種は年によって異なり(表3)、モアミ属が優占した1997, 1999, 2000年のうち、放流前後のアミ類分布密度が明らかに変化したのは2000年のみであった。ただし、2000年のアミ類分布密度の低下は、放流魚が分布した5m以浅の海域ではなく、沖側の水深5~9mの海域で起きていた(図8)。これに対し、トゲイサザアミが優占し、その分布密度も高かった1998年には放流後に本種分布密度の顕著な減少が認められた(図9)。密度減少は放流魚が分布した5m以浅の海域で起き、それより深い海域の密度に大きな変化は認められなかった。また、ヒラメ0歳魚がモアミ属よりトゲイサザアミを選択的に捕食することが野外でも飼育実験でも確認された。そこで、トゲイサザアミ分布密度の減少と放流魚の捕食圧の関係を検討するため、放流魚の分布密度、成長量及びアミ類を餌料とした飼育実験で得られた飼料効率<sup>5)</sup>をもとに放流魚が捕食したアミ類の量を試算した。その結果、放流魚が1週間に捕食したアミ類の合計量は約0.11億尾と推定された。これは放流当日のアミ類分布量の推定値6億尾に比べ極めて少なく、トゲイサザアミ分布密度の低下要因は放流魚による捕食以外にあると推測された。

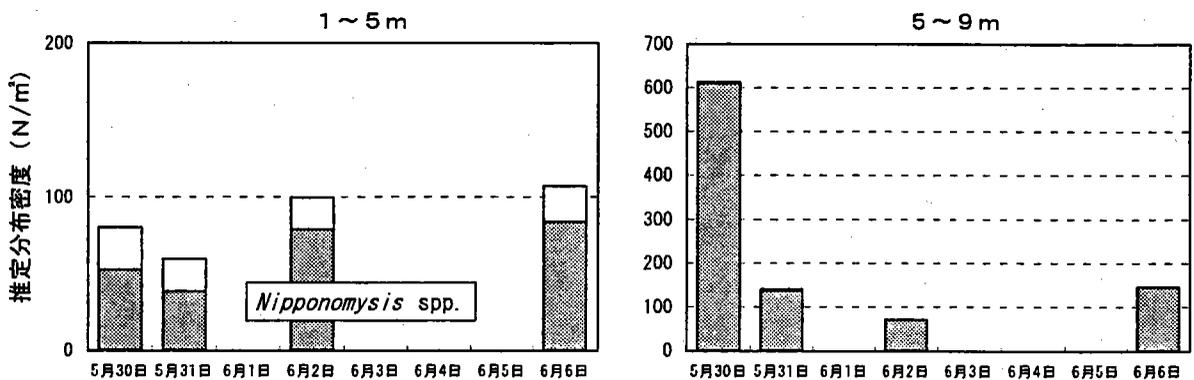


図8. 2000年放流群の放流前後の水深別のアミ類種別分布密度指数

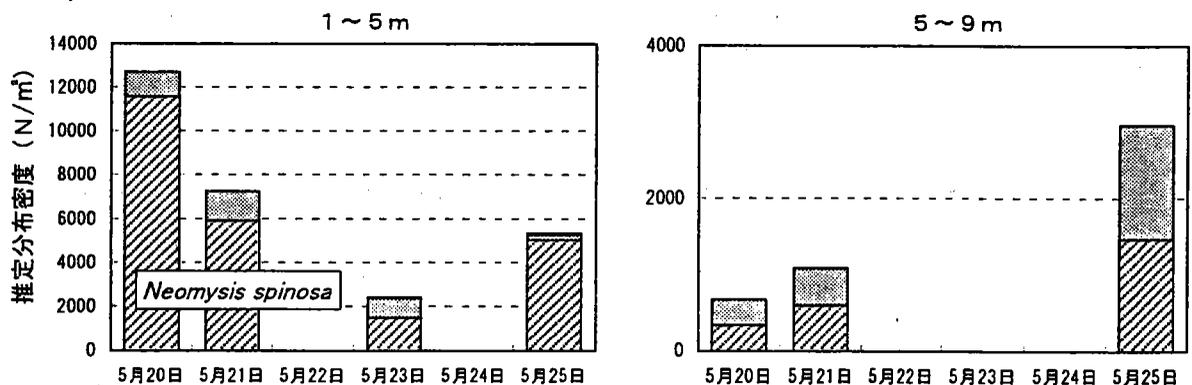


図9. 1998年放流群の放流前後の水深別のアミ類種別分布密度指数

放流による0歳魚の密度増加と天然0歳魚の分布との関連をみるため、4回の放流前後の天然0歳魚の密度を調べた結果、アミ類分布密度が低かった1997年の放流実験後に一過性ではあるが明らかな密度の低下が観察された。ただし、密度が低下した期間の天然0歳魚の分布を水深別にみると、放流後にやや沖側に多く分布する傾向を示したものの、最も沖側の定線では採集されず、成育場(10m以浅の海域)からの移出は確認されなかった。ま

た、1997年以外は天然魚の明瞭な密度変化は認められなかった。

### 成育場におけるアミ類とヒラメ0歳魚分布密度の関係

1994～2000年5月の体長15mm以上のヒラメ0歳魚分布密度と4月、及び5月のアミ類分布密度の関係を図10に示した。5月の0歳魚と同月の環境中のアミ類分布密度に相関性は認められなかった。一方、0歳魚の着底期である4月のアミ類分布密度(MyN)と5月の0歳魚(PoN)分布密度には比較的高い正の相関が認められ、 $PoN = 0.0079 \times MyN + 1.99$  の関係式が得られた。

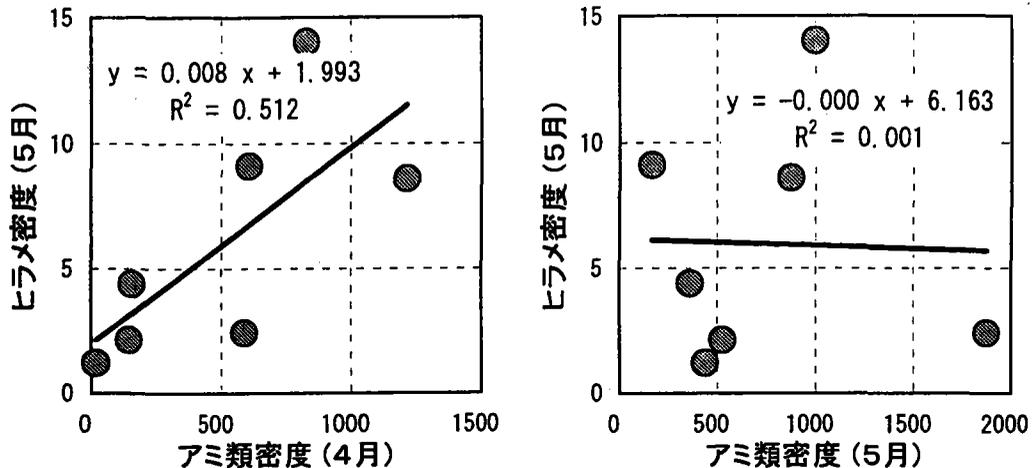


図10. 加津佐前浜地先におけるヒラメ0歳魚とアミ類分布密度指数の関係(1994～2000年)

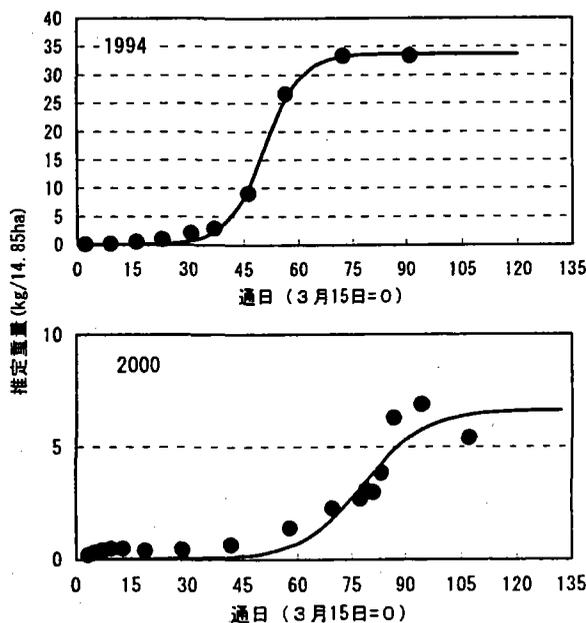


図11. ヒラメ資源重量の季節変化へのロジスティックモデルの当てはめ

加津佐町前浜地先の成育場に分布する0歳魚の資源重量は、今回調査対象とした5カ年すべてで資源尾数が減少を始める時期から急激に増加し、最大値を示した後、急激に低下した(図2)。資源重量の低下は資源尾数の減少をともなっており、その時期は0歳魚の沖合への移出期に相当することが確認された。そこで資源重量が最大となる時期までを対象にロジスティック曲線を当てはめ(図11)、収容量の上限値(K値、調査海域14.85haにおける重量(kg))を求めた。なお、0歳魚及びアミ類の採集効率<sup>1) 2)</sup>は50%とし<sup>1) 2)</sup>、採集日毎の0歳魚資源重量推定値にばらつきが見られたため、単純移動平均により平準化したデータを用いて回帰式を求めた。得られた収容量の上限値(K値=Pomax)と資源重量が急激な増加を始める時期

(初期)、及び増加が実質的に終了する時期(末期)のアミ類資源量(MyW、調査海域14.85haにおける推定重量(kg))には相関関係が認められ(図12)、初期については  $Pomax = 0.07 \times MyW + 10.5$ 、末期については  $Pomax = 0.17 \times MyW + 4.4$  の関係式が得られた。これらの式は対象海域に収容できるヒラメ資源重量がアミ類資源重量により決まること、すなわちアミ類資源量調査をもとにしたヒラメ0歳魚収容力の予測が可能であることを示している。

また、ヒラメ0歳魚とアミ類資源重量の関係を推定収容量(=上限値)とは別に0歳魚資

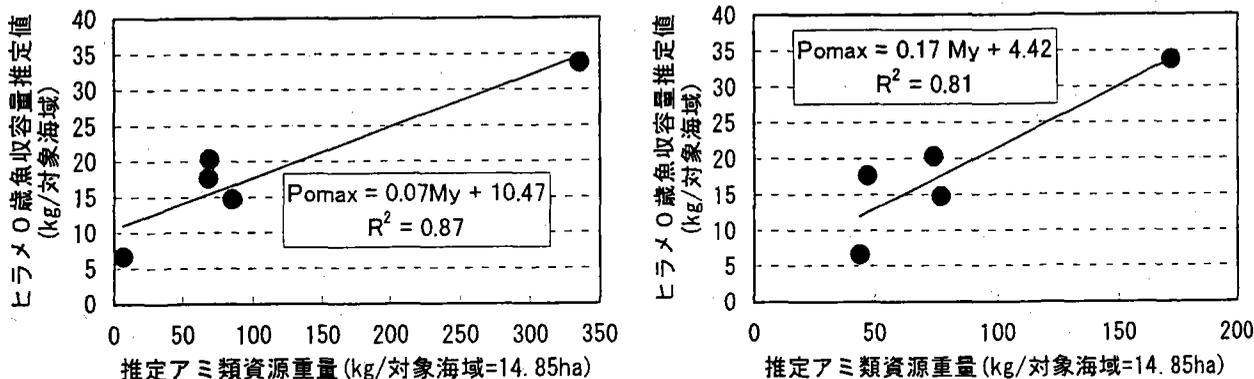


図12. 加津佐前浜地先成育場における過去5カ年のヒラメ収容量推定値とアミ類資源重量の関係（左：ヒラメ資源重量の増加の初期，右：ヒラメ資源重量増加の末期）

源重量の減少時期，すなわち成育場移出が起きたと推定される時期のアミ類資源重量につ

表4. 加津佐前浜地先における移出期のヒラメ0歳魚とアミ類の推定資源重量比（推定重量はg/100m<sup>2</sup>）

採集年月日	0歳魚資源重量	アミ類資源重量	アミ類/0歳魚重量比
1998年6月30日	18.1	128.6	7.1
1998年7月30日	18.4	128.6	7.0
1999年5月28日	7.3	46.0	6.3
2000年6月14日	7.3	48.8	6.7

いて調べた結果，両者の重量比は年，あるいは同一年の時期に関わらず比較的近似した結果となった（表4）。表の値は1998年に2回，1999，2000年に1回観察された0歳魚分布重量減少（図2）の直前の0歳魚及びアミ類資源重量を推定して求めた。いずれもアミ類/ヒラメ資源重量比が7前後で0歳魚の移出が起きたと推定された。

### 考 察

本調査では成育場内のヒラメ0歳魚がアミ類に特化した食性を示すことに注目し，餌生物量からの収容力評価を試みた。餌生物量から収容力を評価する方法には，ア) 0歳魚のアミ類捕食量（要求量）とアミ類の生産量（利用可能量）を実験的に求めて，両者の関係をモデル化して検証する方法，イ) モデル海域での経年的なモニタリング調査資料によりヒラメとアミ類の分布量の対応を解析する方法，ロ) 種苗放流等により0歳魚やアミ類の分布量を変え，0歳魚の分布や成長の変化を把握する実験的な方法等が考えられる。

本調査では主にイ)の方法での収容力評価を試み，アミ類現存量から成育場のヒラメ稚魚収容力が推定可能なことを示した。モデル海域とした加津佐町前浜地先海域は全国的に見てヒラメ稚魚分布密度の高い海域である<sup>1)</sup>。本海域での着底稚魚の分布密度は，15mm以上の0歳魚の分布密度と比較すると年毎の変動が少なく，この海域には毎年十分な量の，すなわち収容力を上回る量のヒラメ仔稚魚が移入していると推測された。このことから，加津佐町前浜地先と同様に着底仔稚魚の移入量が多い海域では，着底期のアミ類分布密度からヒラメ0歳魚の収容量（密度）を推定することが可能と考えられる。一方，着底仔稚魚の移入量の少ない海域でこの関係が成り立つかについては別途調査が必要がある。

成育場のアミ類と0歳魚の資源重量の比較による成育場の収容力評価では，アミ類以外の餌生物の分布密度やアミ類を餌料とする共存生物の組成が海域毎に異なることが問題となる。今後，いくつかの海域で関係式を求めることにより係数の変化と海域環境との関係

を明らかにするとともに、関係式の妥当性をさらに検討することが望まれる。なお、鳥取県<sup>6)</sup>はアミ類/0歳魚の重量比が17程度の年は0歳魚の成長、生残が良好で、この比が4以下の年には成長、生残が悪くなると報告している。本調査で得られた0歳魚が成育場を移出する時期の資源重量比7は鳥取県が報告した4を上回る数値であるが、資源重量の推定に用いた係数のばらつきを考慮すると、アミ類/0歳魚資源重量から見た両海域の収容力は近似した水準であると推察された。

本調査の一部ではりの方法による収容力評価も試みた。放流実験によりアミ類や天然0歳魚の分布密度が減少する事例が認められたが、密度減少は一過性であり、その要因は特定できなかった。放流実験では放流魚が急激な初期減耗を起こし、高い密度を維持する期間が極めて短かった。今後の実験では放流規模の拡大や放流魚の質的向上により顕著な変化が得やすい条件の整備をはかる必要がある。

2000年の和田浜地先では0歳魚が比較的小さい段階から沖側の岩礁周辺域を利用し、餌生物は魚類であった。この場合、岩礁周辺域も成育場として利用されていたと推察され、餌生物としては魚類の重要性が高かったと考えられた。このように他の生物を主な餌料としている場合、アミ類を基礎とした収容力の評価は適用できない。アミ類に対する餌生物の依存度がどの程度であれば、今回用いた手法で収容力評価が可能かは残された問題である。図13に1998、1999年5月に加津佐町前浜地先で採集された体長35~55mmの0歳魚の胃充満度指数を個体別に示した。黒丸で示したものが魚類を主食とした(胃内容物の50%以上を魚類が占めた)個体である。両年の0歳魚の胃充満度指数は同様に、平均すると1999年は魚類の重量比は64%であった(表5)。本調査で得た結果はこれらの年のデータをもと

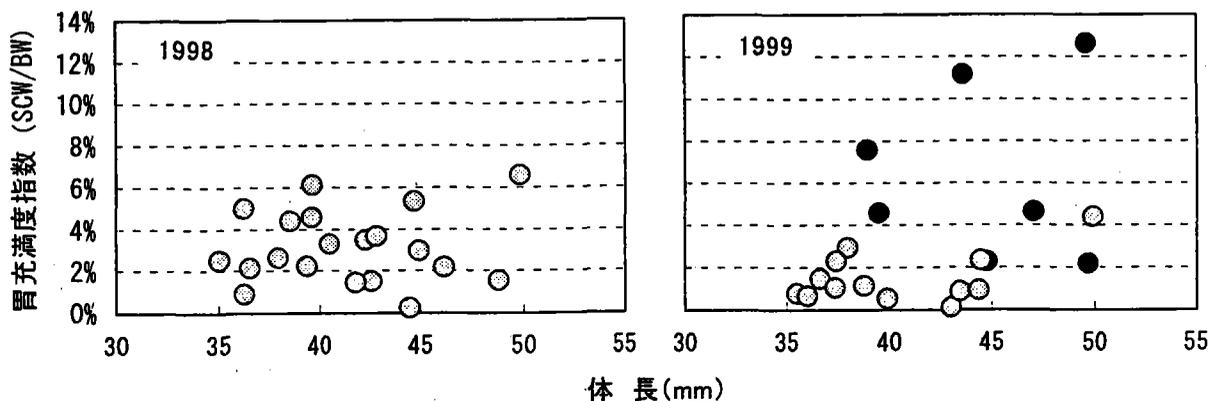


図13. 1998、1999年5月に加津佐前浜地先で採集された0歳魚の胃充満度指数 (●: 魚類を主食とした個体)

表5. 1998、1999年5月に加津佐前浜地先で採集された0歳魚の摂餌状況

調査年	1998	1999
胃充満度指数	3.1	3.2
胃内のアミ類(重量%)	93	36
胃内の魚類(重量%)	7	64
アミ類を主食とした個体の割合(%)	100	65
魚類を主食とした個体の割合(%)	0	35

にした結果であり、このことから胃内容物の過半を魚類が占めるような場合でもアミ類を基礎とした収容力の評価は可能といえる。1999年の例では重量では魚類が餌生物の過半を占めたが、個体毎に見るとアミ類を主食とした個体は65%にのぼった。検討は不十分であ

るが、餌生物量から収容力を評価するためには、胃内容物の重量組成よりその餌生物に依存する個体の割合が重要とも考えられる。なお、加津佐前浜地先ではアミ類が胃内容物のほとんどを占める年ほど0歳魚の肥満度が高く、その変動幅も小さい結果が得られており、このこともアミ類の餌料としての重要性を示す結果と考えられる。

## 摘 要

1. 長崎県の加津佐町前浜地先で実施したモニタリング調査をもとに、成育場のヒラメ0歳魚と餌生物となっているアミ類分布密度の季節変化及び年変動を明らかにした。
2. ヒラメ0歳魚の分布密度には10年間で30倍、アミ類分布密度には7年間で70倍の変動が認められ、アミ類では優占種の顕著な交替が起きていた。
3. 成育場移出期の0歳魚の分布や食性を把握するため、福井県和田浜地先の岩礁周辺域(水深10m)と浅海砂底域(水深4m以浅)で実施した潜水計数調査により、0歳魚が岩礁周辺域に高い密度で分布する実態が明らかになった。
4. 岩礁周辺域は成育場移出期の索餌域として利用されるのみならず、年により成育場となっている可能性も示され、0歳魚が餌環境により海域を柔軟に利用している実態が把握された。
5. 放流実験による0歳魚の捕食圧とアミ類の分布に関する調査では、トゲイサザアミが放流後に一過性の密度低下を示す事例が得られた。ただし、密度低下は放流魚の捕食圧以外の要因で起きたと推定され、密度低下の要因は不明であった。
6. 加津佐町前浜の成育場における0歳魚密度と着底時期のアミ類分布密度、また、成育場に収容可能な0歳魚の資源重量とアミ類資源重量との間には正の相関関係が認められそれぞれの関係を表す関係式を得た。
7. 今後、アミ種組成やヒラメ0歳魚分布密度の異なるいくつかの海域で同様な関係式を求め、係数の妥当性を検討することが望まれる

## 引用文献

- 1) 増殖場造成計画指針編集委員会, 1997: 増殖場造成計画指針(ヒラメ・アサリ編). 社団法人全国沿岸漁業振興開発協会, 東京, 3-121.
- 2) 興石 裕一, 1994: 九州西岸及び日本海域におけるヒラメ(田中 克・渡邊 良朗編 魚類の初期減耗研究). 恒星社厚生閣, 東京, 134-148.
- 3) 興石裕一・清本節夫・大坂幸男・澤野敬一・木元克則, 1999: 西水研Ⅲ型桁網のヒラメ稚魚採集効率と異体類採集方法の実際。「ヒラメ・カレイ類幼稚魚採集調査指針」(増殖関係調査標準化作業部会報告書), 中央水産研究所, 東京, pp. 53-60.
- 4) 広田祐一, 1992: 新潟五十嵐浜におけるあみ類の鉛直分布および環境収容力. 日本海ブロック試験研究集録, (23), 21-36.
- 5) Seikai, T., T. Takeuchi, and G.S. Park, 1997: Comparison of growth, feed efficiency, and chemical composition of juvenile flounder fed live mysids and formula feed under laboratory conditions. Fish. Sci., 63(4), 520-526.
- 6) 鳥取県, 2000: 放流環境要因調査. 平成10年度放流技術開発事業報告書異体類, 北海道他13府県, pp. 鳥11-21.