

# 微細海底地形における底生幼稚魚の 分布と餌料環境

水産工学研究所 水産土木工学部

木元克則・日向野純也・足立久美子

高木儀昌・内山祐三・大村智宏

共同調査機関：山形県水産試験場・山形県水産事務所

調査実施年度：平成2～平成5年度

## 緒 言

砂浜性魚介類の重要種であるヒラメはその稚魚期を水深20m以浅で過ごすことが一般的に知られているが、特に山形県酒田市から鶴岡市に至る庄内浜では、砂浜に形成される淵に多く分布する傾向があることが知られている<sup>1)</sup>。一方、沿岸浅海域では、幼稚魚の重要な餌料生物であるアミ類<sup>2)</sup>やカタクチイワシやマアジの稚魚<sup>3)</sup>が微細地形や海中の構築物(礁)に近接して蟄集分布することが知られている。これらのことから、鳥取県および山形県などではヒラメ幼稚魚の餌料場を創造することを狙いとして、沿岸漁場整備開発事業の大規模増殖場造成事業および広域型増殖場造成事業においてヒラメ幼稚魚の保護育成場造成を実施し、主に水深20～30mの砂浜域に梁状構造の十字礁など数種の礁を設置している<sup>4)</sup>。十字礁は洗掘により砂浜域に傾斜面を形成させ、かつ埋没しにくいという特性を考慮して開発された礁である。<sup>5)</sup>この十字礁等がカタクチイワシのシラス<sup>6)</sup>などのヒラメ幼魚の餌生物を蟄集することは知られているが、ヒラメ幼魚にとって斜面形成の必要性を明確に説明し得る礁周囲におけるヒラメ幼魚の分布や行動についての知見は十分でない。また、アミ類を専食する時期の稚魚の培養手法を検討するために必要な、ヒラメの餌料アミ類の海底地形と構築物にかかわる分布・蟄集についての知見が無い。

これらのことから、ヒラメ幼稚魚の生態に合ったより機能的な幼稚魚保護育成場の造成を目的とした環境制御方法を検討するために、山形県酒田市地先に造成中のヒラメ増殖場に設置された十字礁およびその周辺水域において、ヒラメ幼稚魚の重要な餌料生物であるアミ類やイワシ類シラスなどの分布と海底の微細地形との関係、ヒラメ幼稚魚などの分布等を定量的に調査した。調査では、アミ類や小型魚類等の餌料生物の蟄集分布がヒラメ幼稚魚の摂餌や成長に果たす意義についての検討を主な目的とした。また、十字礁を既事業実施水域よりさらに浅海域に導入することを目指して、事業実施水域隣接の浅海域に十字礁を別途3基設置し、これらを含めた増殖場内外の底質と礁周囲の洗掘による地形の経時的变化量を測定し、礁の安定性と耐久性、およびヒラメをとりまく魚類の蟄集・培養機能を評価した。

## 調査方法

1991年7～10月、1992年6～8月および1993年6～10月の3箇年に亘って、山形県酒田市地先に造成中のヒラメを対象とした広域型増殖場およびその周辺の水深2～35mの水域において(図1)、増殖場内の礁と、水深15、16、18mに1992年6月に実験礁として山形県が設置した十字礁(図2)周囲をSCUBA潜水と桁網による餌料生物と底生魚類の分布生態の観察と採集を行った。

海底および構築物の周囲に分布するアミ類を網目幅200 $\mu$ mの網地を取り付けた口径30cmのタモ網および、新たに試作した餌料生物用潜水式小型囲い網(網高50cm、網長9.5m、網目幅200 $\mu$ m)で採集し、湿重量と種組成を計測した。ヒラメ・アラメガレイなどの底生幼稚魚は西海区水産研究所型ソリネット(網口幅2m、網口高40cm、網目幅3.7mm)<sup>7)</sup>で水深3～30mにおいて水深別に約200～600mを小型漁船により約2ノットの速度で10分間曳網して採集した。1993年にはソリネットに新たに開発した距離計(日向野・木元

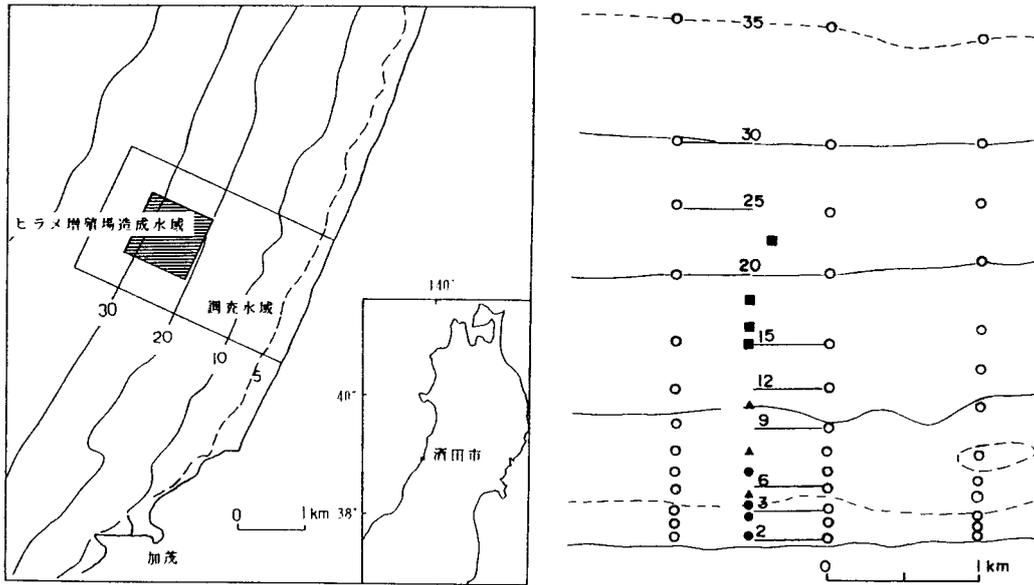


図1 調査水域および調査地点  
 (○：底土採集点、—：桁網、■礁・●構造物無しの調査点)

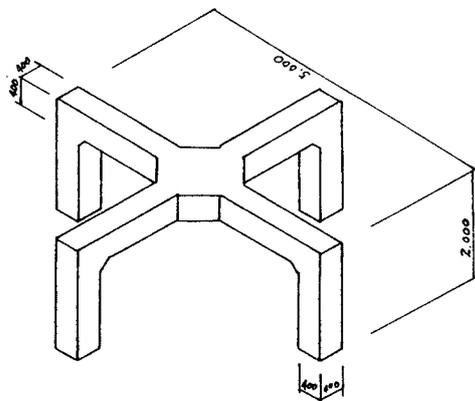


図2 増殖場に設置された十字礁

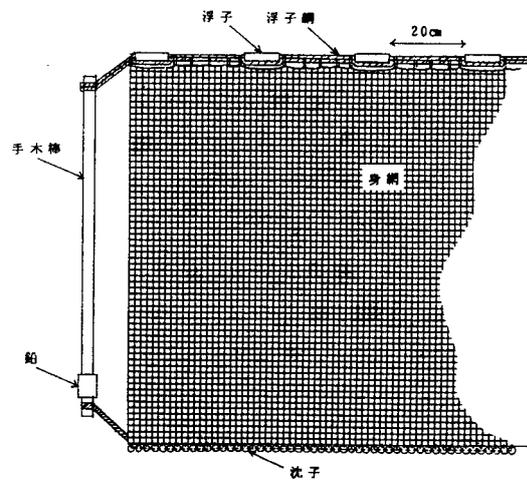


図3 潜水式囲い網の仕様

表1 底生性魚類採集用潜水式囲い網の仕様

	1網あたり			
	数量	空中重量 g	水中重量 g	
底生性魚類採集用(長さ16.0m)				
身網	福井漁網製 ラッセル織ナイロンメッシュ1800番、網丈1m	18m	1300	
浮子綱	愛和産業製 タンス-ハ-クロス、4mm径、7.5g/m	32m	240	
浮子	クラフプラスチック製 フロートツ°C-2、浮力17g/個	54個	578	-918
沈子	15節投網用鉛チェーン、374g/m	16m	5984	5456
手木棒	ラワン製24mm、長さ0.9m、割鉛546gを1個	2個	1440	530
総 空中重量	9.9 kg			
総海中重量	6.0 kg			

未発表)を取り付け、着底曳航距離を計測した。また、構造物の周囲の底生魚類は餌料生物用潜水囲い網を元に製作した底生魚類用潜水式囲い網(網高1m、網長16m、網目幅2mm)(図3、表1)で採集した。採集魚類は10%ホルマリン海水溶液中に2箇月以上保存した後に測定を行い、胃内容物組成と体重比を調べた。また、礁の周囲には季節により数種の魚類が蟻集・分布した。このため、礁に蟻集する中・底生魚類の分布状況を潜水目視観察し、計数および採集を行った。この蟻集魚類の目視計数結果と目視推定した体長から、柿元・大久保(1985)<sup>8)</sup>の魚体重推定類型化モデルを用いて生物量を推定した。さらに、礁周辺に蟻集する魚類の行動とその日周期的、季節的变化を知るために、礁やその周辺の海底に水中TVカメラ(日立造船製Eye-BallおよびSONY製Handy-Cum)を固定して適宜に連続観察した。

礁設置水域の底質の経時的变化を調べるため、底土をSmith-McIntyre型採泥器で採取した。礁周辺では海底の水深を水深計で計測して海底地形の変化を測定するとともに、底土を容量120mlのプラスチック製標本瓶に採集した。これらの試料から乾式のふるい分け法により粒度組成を求めた。

なお、山形県ならびに山形県水産試験場には実験礁の設置、桁網による底生魚類の採集など、調査に際して多大な協力をいただいた。また、潜水調査には新井健次氏をはじめとする阪神臨海測量(株)の諸氏に協力をいただいた。ここに記して深甚の謝意を表する。

## 調査結果

### 1. 酒田市地先砂浜域の餌料生物と異体類の分布ならびに生態

#### 1) 海底地形と餌料生物の分布

酒田市地先の砂浜海域では2もしくは3つの瀬(バー)が形成され、沖側から一の瀬、二の瀬と呼称される<sup>1)</sup>。沖側の一の瀬は明瞭ではない場合があるが、距岸400m周辺には明瞭な二の瀬(水深約4m)が形成される。この二の瀬の岸側の淵(水深約6m、ここでは二の淵という)では砂れんの間に小枝や葉など陸上由来の植物質のゴミやアオサなどの海藻屑や懸濁物が溜まっているのがしばしば観察された。

本海域ではヒラメ稚魚の好適な餌料となるアミ類の分布量は多くなく、時期により分布する種と水深帯が変化した。アミ類は夏季には主に水深10m以浅に分布し、二の淵やその周辺に多く分布する傾向があった。アミ類は種によって遊泳性や匍匐性の行動特性をもっており、これらはその行動特性と海底形状に応じて、海底上に大小の群れを作って分布するのがしばしば観察された(表2)。特に10m以浅の水域では、遊泳性のアミ類の*Acanthomysis nakazatoi* および*Neomysis spinosa*が多く分布した。これらは、砂連の間を海底から数cm離れて潮上に頭を向け、群れて定位しつつ遊泳していた。これらは幅が狭く縁の高い砂連の間にはやや密集して、幅が広く縁の低い砂連の間にはやや粗に群れるのが、また、潜水士が近づくと逃げるように移動するのが観察された。

一の瀬の沖側の水深10m以深の水域では遊泳性アミの分布は少ないが、匍匐性アミ類の*Nipponomysis*

表2 酒田市地先水域に分布するアミ類とその分布状態  
(1991年7~9月、1992年6~8月、1993年7~10月)

種名	水深(m)	分布場所	群れの状態と大きさ
<i>Acanthomysis japonica</i>	4~9	砂底の上5~10cm、砂れんの間	数十cm×数mの群れ
<i>Acanthomysis nakazatoi</i>	2~10	砂底の上5~10cm、砂れんの間	数十cm×数m
<i>Neomysis spinosa</i>	3~10	砂底の上5~10cm、砂れんの間	数十cm×数m
		構造物の潮下	最大数m×30m
<i>Neomysis japonica</i>	7	砂底の上5~10cm	明瞭な群れ
<i>Nipponomysis perminuta</i>	2~25	砂底の上、径10~20cmの窪みの中	明瞭な群れ、
<i>Nipponomysis ornata</i>	3~25	砂底を匍匐	不明瞭な群れ
<i>Nipponomysis imparis</i>	4	砂底を匍匐	不明瞭な群れ
<i>Nipponomysis toriumi</i>	3~10	砂底を匍匐	不明瞭な群れ
<i>Gastorosaccus formosensis</i>	4~8	砂底を匍匐	不明瞭な群れ
<i>Hypererhythrops spinifera</i>	25	砂底を匍匐	不明瞭な群れ

*perminuta*, *Nipponomysis ornata*, *Nipponomysi imparis*, *Nipponomysis toriumi*等が水深25mまで広く分布した。これらの分布には不均一性が認められ、*N. perminuta*が砂質海底の径10~20cmの窪み中に数十個体の群れを形成するのが認められた。しかしながら、遊泳性種の様な大きな群れの形成は認められなかった。

夏季には遊泳性のアミ類の*N. spinosa*が海底形状と密接に関係してしばしば大きく明瞭な群れを形成するのが観察された。1992年7月末には、二の淵で*N. spinosa*の明瞭な群れが観察された。群れの大きさは、直径2m、厚さ10cmにも及び、試作の潜水式小型囲い網(7m<sup>2</sup>)により効率良く採集できた(約500個体/m<sup>2</sup>) (表3)。1993年7月末には、二の淵の岸側の水深4mにある幅約4×5m、高さ約2mをはじめとする数個の沈没鋼船の残骸(ここでは沈船礁という)の潮陰に*N. spinosa*が8,900個体/m<sup>3</sup>の濃密な群れを形成するのが観察された。この群れは、一例では沈船礁の直近では幅約2~3m、高さ約1mに、また、沈船礁の岸側では幅約5m、長さ約30m程に堆積した植物質ゴミとともに海底から10~20cmの厚さなどの状態に形成され、海況によりその集積状況が日々異なった(図4)。これらの例から遊泳性アミ類の群れ形成には、礁の存在と波浪・流れなどの海況の影響が作用していることが明らかである。なお、この時、アジ稚魚や天然および放流ヒラメがこの成群するアミを積極的に捕食するのが観察された。

表3 酒田市地先での餌料生物用潜水式囲い網(7m<sup>2</sup>/網)によるアミ類の採集密度

年月日	水深(m)・場所	採集密度	構成種と分布状況
1992年7月25日	6.5、二の淵	2,116mg/m <sup>2</sup>	<i>Neomysis spinosa</i> の群(直径2m厚さ10cm) 密度:約500個体/m <sup>2</sup> 、約5000個体/m <sup>3</sup>
1993年7月10日	4	199mg/m <sup>2</sup>	<i>Acanthomysis japonica</i> , <i>N. perminuta</i>
11日	6、二の淵	401mg/m <sup>2</sup>	<i>Neomysis spinosa</i> が主体
11日	9、一の淵	98mg/m <sup>2</sup>	<i>Acanthomysis japonica</i> , <i>N. perminuta</i>
10日	15	605mg/m <sup>2</sup>	<i>Nipponomysis toriumi</i> が主体
11日	18	590mg/m <sup>2</sup>	<i>Nipponomysis perminuta</i> が主体
7月28日	4	25mg/m <sup>2</sup>	<i>Nipponomysis imparis</i> が主体
30日	4、沈船礁	3,040mg/m <sup>2</sup>	礁潮下の植物ゴミ上の <i>N. spinosa</i> の群
7月28日	4	469mg/m <sup>2</sup>	<i>Neomysis spinosa</i> 単一
28日	6、二の淵	1,764mg/m <sup>2</sup>	<i>Neomysis spinosa</i> 単一
28日	5、二の淵	147mg/m <sup>2</sup>	<i>Neomysis spinosa</i> 単一
28日	9、一の淵	366mg/m <sup>2</sup>	<i>Neomysis spinosa</i> 単一
7月29日	4、沈船礁	83.7g/m <sup>3</sup>	礁の潮下の <i>Neomysis spinosa</i> の群 密度:約8900個体/m <sup>3</sup>

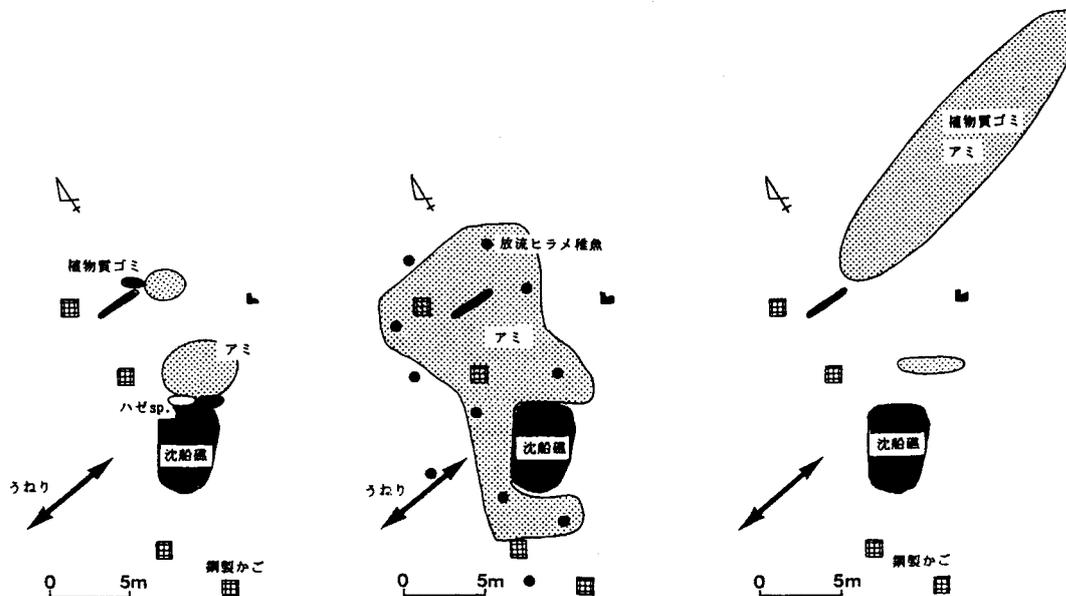


図4 沈船礁におけるアミ類の集積状況の模式図  
(a: 1993年7月28日、b: 7月29日、c: 7月30日)

## 2) アミ類の定量的採集方法の検討

プランクトンネット等を手で持って潜水し、水平曳採集を行うと、網口前方のアミ類の多くが側方へ逃避するのが観察される。このことから、一般に用いられている曳航式の餌料生物採集用ソリネットでは定量的採集が期待できないと思われた。これに対して、餌料生物用潜水式小型囲い網（7 m<sup>2</sup>/網）を用いるとアミ類を多く逃がすことなく採集できた。アミ類が多数分布した1993年7月28日には水深4～9 mで特に成群を狙わない採集でも湿重量で100～1,800 mg/m<sup>2</sup>の採集密度が得られた（表3）。これに対してソリネット（網口60 cm）による同時期の7月26日の採集密度は、二の淵周辺の水深6 mや4.5 mで多くても100 mg/m<sup>2</sup>程度であり（図5）、ソリネットが囲い網より採集効率が低いことが窺われた。また、この囲い網により礁の周囲などの局所的な定量採集が可能となった。

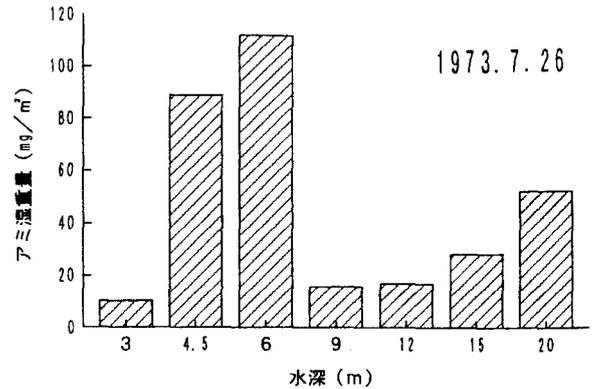


図5 ソリネットで採集されたアミ類の湿重量(mg/m<sup>2</sup>)

## 3) 酒田市地先砂浜域のヒラメ幼稚魚の分布と食性

魚類採集用ソリネット（網口2 m）採集により、1991年には8月上旬には水深6～12 mで、下旬には水深3～25 mにおいてヒラメ幼稚魚が採集された。また、1992年には水深2～6 mで採集された。1993年は発生量が近年になく多く、7月上旬から9月中旬の間に多数の稚魚が採集された（最大採集密度：7月26日に水深6 mで0.092尾/m<sup>2</sup>）（表4）。ヒラメ稚魚は8月下旬には20 m以深へと分布域を広げ、採集密度は低下した。なお、1993年度の採集では、新たに開発した距離計を用いてソリネットの着底曳航距離を得た。

表4 山形県酒田市地先における稚魚採集尾数（西水研型2 mソリネット）

93.7.12		93.7.26			93.8.2			93.8.25			93.9.17		
水深 m	採集数 尾	曳網距離 m	採集数 尾	採集密度 /1000 m <sup>2</sup>									
3	5	449	23	25.6				371	5	6.7	476	4	4.2
4.5	9	284	24	42.3	223	8	17.9	243	2	4.1	504	3	3.0
6	40	212	39	92.0	280	6	10.7	207	12	29.0	486	7	7.2
9	37	476	12	12.6	518	10	9.7	554	5	4.5	530	3	2.8
12	24	532	20	18.8	615	21	17.1	509	3	2.9	482	1	1.0
15	7	389	9	11.6	492	7	7.1	538	8	7.4	560	1	0.9
20	3	585	6	5.1	219	1	2.3	473	4	4.2	473	1	1.1
25								385	4	5.2	425	4	4.7
30								265	1	1.9	-	1	

ソリネットで採集されたヒラメ幼稚魚の中で全長約10 cmより小型のものは、匍匐性の*N. toriumi*、*N. perminata*、*N. imparis* や遊泳性の*N. spinosa*、*N. japonica*、*A. nakazatoi*、*A. japonica*や、小型エビ類を捕食していた。しかし、8月中旬以降の全長が10 cmを越えるようなヒラメは水深15 m以深で採集され、それらはカタクチイワシのシラスやコチ類の稚魚など小型底魚類を捕食していた。1993年に採集されたヒラメ稚魚の肥満度は分布水深帯によってやや異なる傾向が窺えた（図6）。1993年7月末には、餌料となるアミ類が多く分布した水深4.5 mと6 mの二の淵周辺の稚魚はアミ類を専食し、肥満度が高く、両地点の餌料分布状況がヒラメ稚魚に好適であることが窺えた。これらの稚魚は*A. nakazatoi* や*A. japonica* の大型の個体を捕食していた。しかし、胃内容物重量の体重比の採集水深帯による違いは明瞭ではない（図7）。

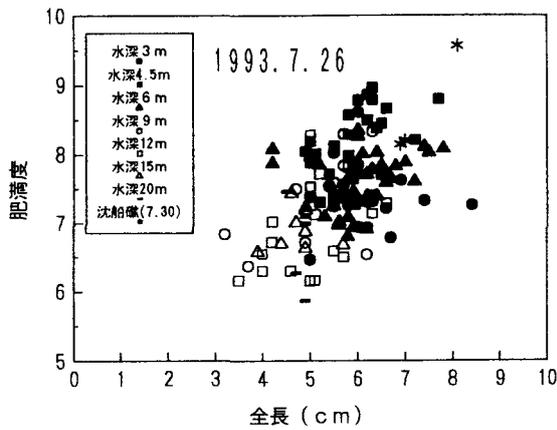


図6 山形県酒田市地先の増殖場周辺水域のヒラメ稚魚の肥満度  
(体乾燥重量; g)/(全長; cm)<sup>3</sup>

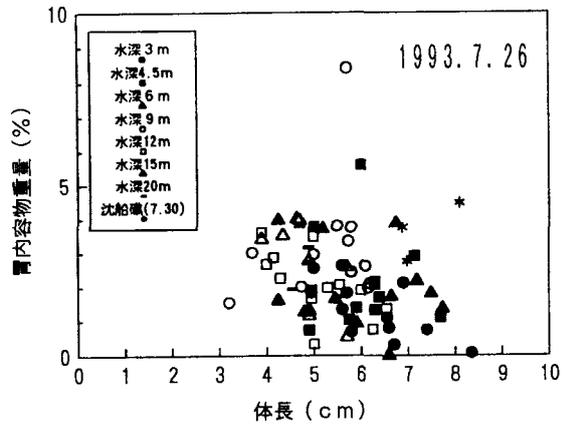


図7 山形県酒田市地先の増殖場周辺水域の胃内容物重量比  
(胃内容物重量; g/体乾燥重量; g)

## 2. 礁による地形変化と生物増集

### 1) 礁周辺の海底地形と底質変化

礁が設置されて2年を経過した1993年8月末には、水深15mの十字礁では礁の中心から4~10mの範囲の周辺部に最大深さ1.5m程度の盆状に洗掘されていたが、礁が埋没することはなかった。(図8)。

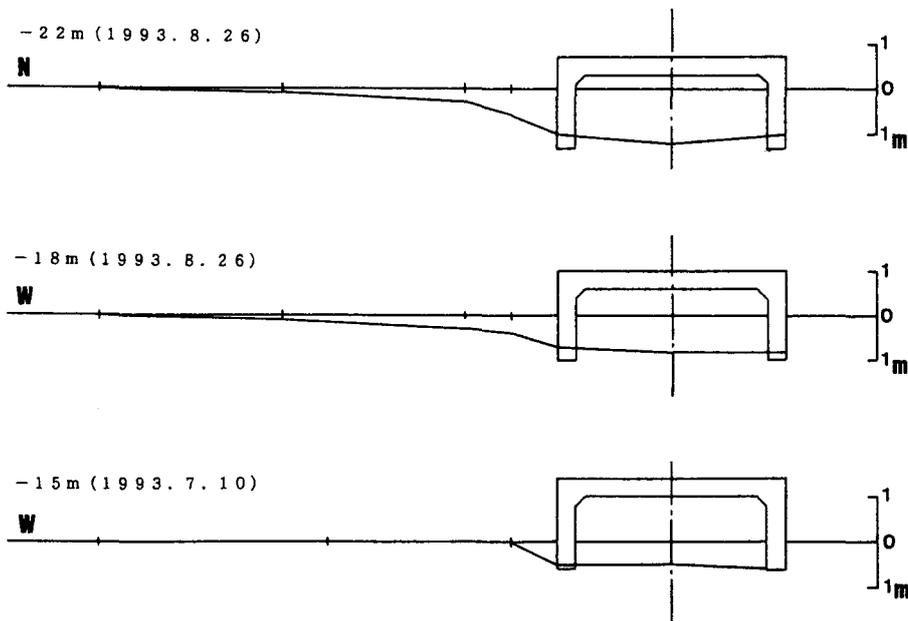


図8 山形県酒田市地先に設置された十字礁における海底地形の洗掘状況

この水域の底質はよく淘汰されており、水深20m以浅は細砂が60%以上を占めるが、25m以深は中砂が60%以上を占めている(図9)。また、泥分は1%以下である。

水深22mに設置された台型礁の直近には幅約50cmに亘って2cmの厚さに泥分が堆積した。そこには異体類幼稚魚の分布は見られず、異体類の生息には不都合な状況と思われた。水深15~22mの十字礁の直下の

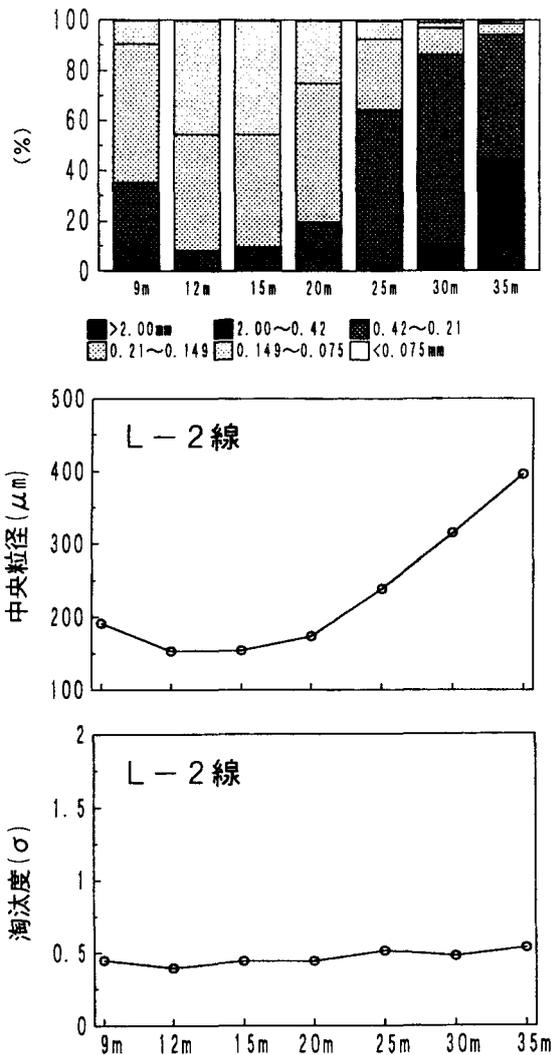


図9 山形県酒田市地先の底質(L-2線)

底質は、それぞれ細かい砂粒子が移動させられて元の底質より粗くなり、礫まじりの中砂となっていた。しかし、礁の中心から5mより外側では周囲の底質と特に大きな違いはなかった(図10)。

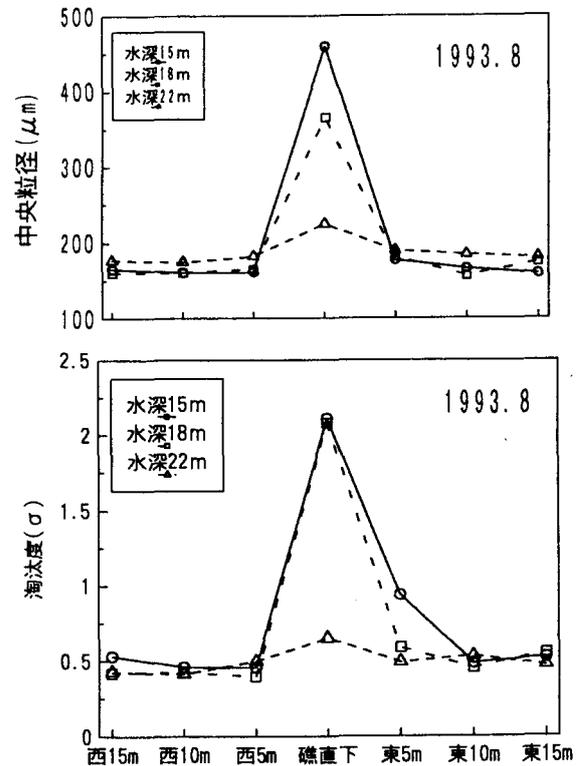


図10 山形県酒田市地先に設置された十字礁周囲の底質

## 2) 礁周辺の生物の分布

### (1) 餌料甲殻類の分布

アミ類やかいあし類などの餌料甲殻類は十字礁・台形礁が設置されている水深15~22mの周囲水域には多く分布しなかった。また、礁および礁周囲の海底微地形と関連してこれら餌料生物の明瞭な集分布は認められなかった。

### (2) 構造物周辺の魚類の分布と、ヒラメの摂餌

ヒラメ・カレイなどの異体類は潜砂するためにその存在を目視観察するのが難しいが、新たに開発した底生性魚類用潜水式囲い網(20㎡/網)を用いると礁の直近でもヒラメ、カレイ類、ハゼ類、ネズツボ類等の底生性魚類を容易に採集することができた。本手法ではカレイ類や放流後数日間のヒラメ人工稚魚が網裾の僅かな隙間をくぐり抜けて逃げることもある。しかしながら、天然のヒラメは稚魚から全長30cm程度のものまで全てが前方に逃げようとして海底から離れても網地に沿って遊泳するが、浮網を越えて逃げないため、これをタモ網で採集できた。逃げた盛んも魚も種や体長が判別できるので、その計数が可能であった。

囲い網の採集結果から、碎波帯内の水深4mの沈船礁の周囲にはヒラメ幼稚魚が他の地点より多く分布する傾向が認められた。1992年8月末には礁の潮下に全長9~13cmのヒラメ稚魚が最大3尾/7㎡(0.4尾/㎡)も分布した。また、1993年7月末には全長5~8cmのヒラメ稚魚が最大4尾/20㎡(0.2尾/㎡)が

分布した(図11)。なお、これらのヒラメ幼稚魚が沈船礁周囲にしばしば成群するアジ稚魚(尾叉長5~10cm)や遊泳性アミ類の*N.spinosa*を潮下から捕食する行動が観察された。また、沈船礁の岸側の濃密な*N.spinosa*の群れとともにいたヒラメ稚魚は、他の地点の同体長の個体より多くの餌料を捕食していた(図7)。これらのことから、ヒラメ稚魚の好適生息場の形成にとって海底の淵だけでなく、海中構築物等に起因するアミ類や小型魚類の餌料生物の蜆集分布が重要であると考えられる。しかしながら、水深15m以深の増殖場内外の十字礁の周囲にはアミ類を主な餌料とする成長段階のヒラメ稚魚は分布せず、餌となるアミ類も多くは分布しなかった。十字礁の周囲には、8月末になって、体長が10cm程度の魚食性に換わったヒラメ稚魚が分布した(図12)が、海底地形が盆状であることの必要性は明瞭でない。

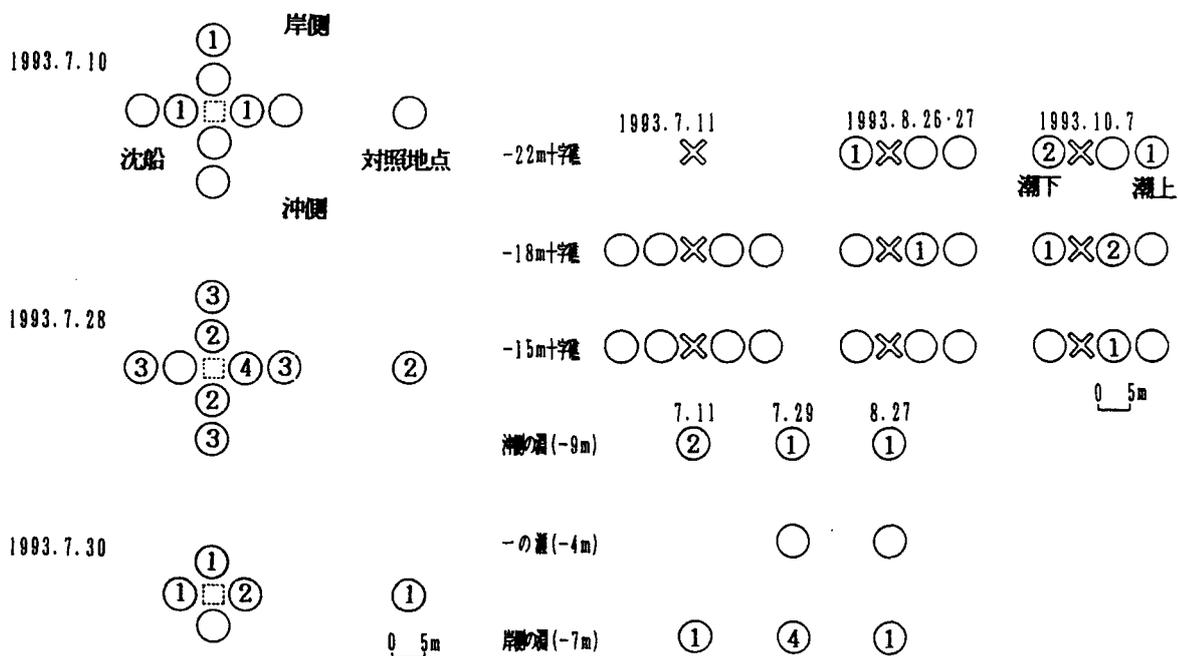


図11 沈船礁周囲のヒラメ稚魚の分布

図12 増殖場周辺におけるヒラメ稚魚の分布

水深15~22mに設置された十字礁には1992、1993年とも夏季にマダイ、チダイ、マアジ等の幼稚魚が多く観察された。これらの中で、マダイは海底に最も近い層に分布し、その上層にチダイが、さらにその上層にマアジが群れを成して分布した(図13)。また、同一種で体の大きさが異なる群れが同時に分布する時には、小型魚の群れが礁の近くに、大型魚は一部小型魚と分布域が重なりながらも礁からやや離れた場所に分布するのが認められた。このように、魚種間で、および同一種では体サイズによるすみ分け的な分布が認められた。また、水深15~18mに設置された十字礁ではマダイ若魚が礁の端から2~8mの範囲に分布して海底を盛んについばむのが観察された。このついばみ跡は礁の周囲にドーナツ状に分布し、その範囲には異体類は分布しなかった。

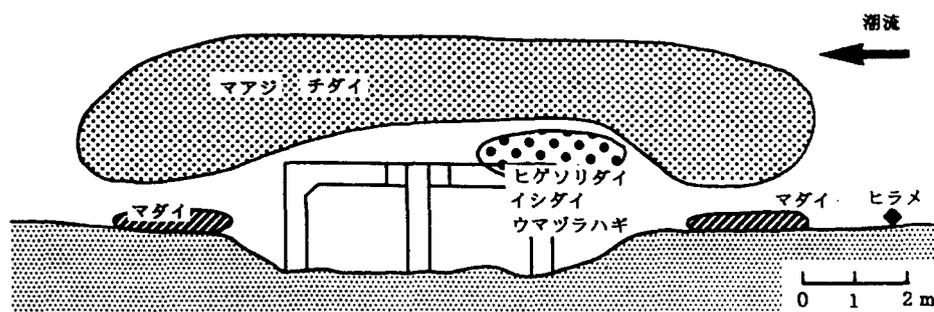


図13 十字礁における魚類分布模式図(1993年8月26日、水深15m)

水深15~18mに設置された十字礁の上面や近傍の海底にしばしばヒラメの成魚・未成魚などの分布が認められた。さらに、水中TVカメラによる遠隔的観察では、1992年8月に水深18mの十字礁の潮上で1歳程度のヒラメ未成魚が潮の流れを利用して遊ぶような行動が度々観察されたり、1993年10月上旬には同礁で日中に全長27~44cmのヒラメ3尾が釣獲された。これらのことから、ヒラメ未成魚・成魚が餌料小魚が蛸集したこれらの十字礁の周囲を摂餌・生息場所として利用していることが推察された。

### (3) 蛸集生物の生物量の推定

蛸集魚類の目視計数と体長から求めた生物量は調査日時ごとに大きく異なり、明瞭な傾向は認められなかった。特にマアジの蛸集量が日によって異なることから、全蛸集生物量が大きく異なった(図14)。また、マアジやチダイは目視観察されなくても釣獲されることがしばしば認められた。これは、観察時の魚群の移動による変動や、潜水作業によるこれらの魚群の逸散によると思われる。

これらのことから、礁に蛸集する魚類の生物量や礁の蛸集・培養機能を明らかにするためには、季節的変化や天候による変化を考慮して調査回数を多くしたり礁や海底に固定された水中TVカメラなどによる魚群の連続的な行動観察とその定量化をはかるなど、目的に応じた調査手法の改善が必要と考える。

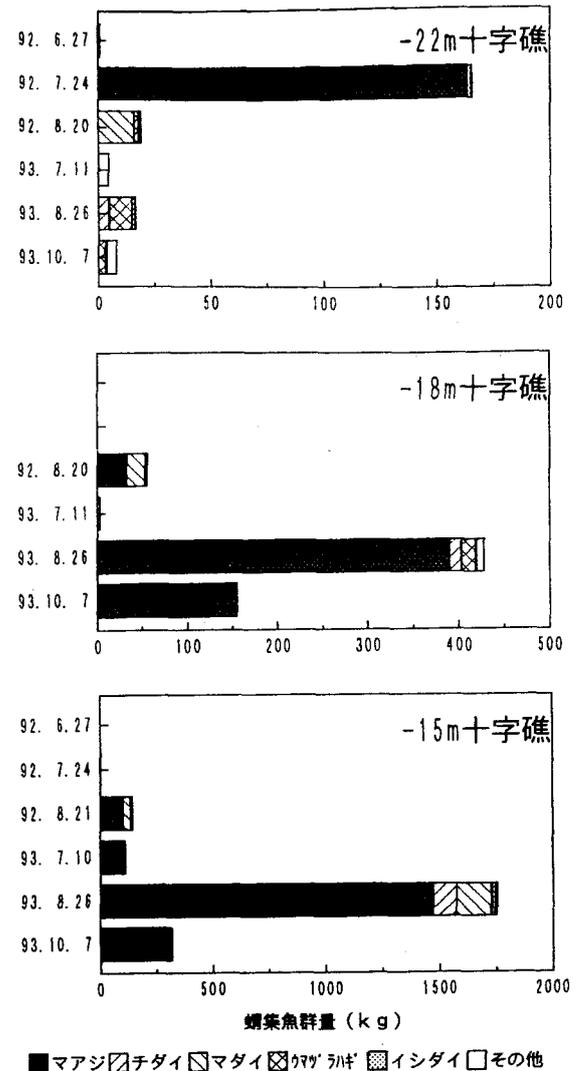


図14 山形県酒田市地先の増殖場の十字礁における蛸集魚群量 (kg/基)

## 考 察

### 1. ヒラメ増殖場造成の問題点と改善への課題

山形県酒田市地先では、ヒラメ稚魚とアミ類は天然の砂浜に形成される淵に多く分布した。ヒラメ初期稚魚の成長・生残の向上を目的とする場合、稚魚の主な生息域の浅海で好適餌料となるアミ類の分布を制御する手法の検討が必要と考える。しかし、本増殖場およびその周辺水域では、ヒラメ初期稚魚は主に水深10m以浅に分布し、増殖場域の水深20~30mでは多く分布しない。また、囲い網により15m以深の礁周辺で採集されたのは全長8cm以上の魚食性に変わりつつある後期稚魚であった。さらに、増殖場の礁周辺水域ではヒラメ初期稚魚の好適餌料であるアミ類が多く分布しない。また、15m以深に設置された礁周辺は海底が盆状に洗掘された複雑な地形構造となっているとともに、ヒラメ稚魚の分布が若干見られるものの、アミ類などの好適餌料生物の蛸集分布がない。このようなことから、15m以深の十字礁設置によってヒラメ初期稚魚に特に好適な生息環境となっていることを示すまでには至らなかった。一方、水深15~22mに設置された十字礁周辺における潜水および水中カメラによる魚類蛸集調査の結果から、十字礁がヒラメ若魚・成魚の餌生物である小型魚類を蛸集し、ヒラメ若魚・成魚の好適な生息環境となっていることが

推察された。

一方、砕波帯内の沈船礁周辺にアミ類が濃密に分布し、これを捕食するヒラメ稚魚が多数分布したことから、砕波帯内に礁を設置することにより、ヒラメ稚魚の好適生息場を造成することも可能と考える。しかしながら、砂浜の砕波帯周辺は波浪が激しく、ヒラメの生息に有効な構造の構築物を安定して設置することが大変困難であり、また、砂浜域に天然に形成される淵に餌料供給場としての機能が備わっていると考えられることから、これをさらに上回る効果的な場の造成は容易ではないと思われる。また、礁を砕波帯以浅に設置することにより1歳魚を砕波帯内の浅海に蝟集・滞留させることになり、この結果ヒラメ稚魚の被食の機会が増加し、ヒラメ稚魚の生残にとって逆効果となる可能性がある。

現在複数の県において事業として実施されているヒラメ増殖場造成は、海中に設置された礁により餌料生物を蝟集させ、ヒラメ幼稚魚の生残・成長を高めることを目的としているが、前述のように小型魚類が蝟集して幼魚の好適生息場になることは認められる。これに加えて、礁を設置した結果、小型底曳網などによる幼稚魚の不合理な漁獲を防止して幼稚魚の生残率を向上させる効果の上積みが可能である。従って、地域の漁業実態を考慮し、漁獲規制と種苗放流による資源の管理・培養を組み合わせた施策を実施することにより、増殖場造成事業の効果がさらに向上するものと考えられる。

本研究では砂浜域の水深2～25mの水域におけるヒラメ幼稚魚の生息環境を重点に調査したが、今後は①アミ類を餌料とする初期稚魚の生息場造成手法の開発を目的とした砕波帯内への構造物設置の可能性の検討と、②幼魚培養機能の向上を目的として、既設の礁や実験礁周辺における生物群集の分布生態とこれを支配する物理環境を明らかにすることが必要と考える。これに加えて、③人工種苗の放流好適場所の選定・造成の検討を行うために、淵や砕波帯内の礁周辺の好適生息場における天然および人工ヒラメ幼稚魚の行動観察・摂餌生態、定着・逸散過程を調べることも重要と考える。

## 2. 定性・定量的調査手法の開発と有効性の検討

本研究では礁の生物蝟集・培養機能を評価するため、定量的調査手法を確立するため各種の調査手法の改良を検討した。すなわち、アミ類などの餌料生物とヒラメ等の底生魚類を採集するためには、それぞれに対応した網目幅の網地を用いた潜水式囲い網を試作し、採集を行った。この結果、礁周辺の底生生物の定量採集には潜水式囲い網が極めて有効と判断できた。また、西海区水産研究所型ソリネットの着底曳航距離を計測するために距離計を試作し、一応の有効性が確認できた。今後も潜水式囲い網と距離計の改良を行い、一般化可能な調査手法を確立する計画である。

礁周辺に蝟集する魚類の行動観察には、例えば、水深18mの十字礁においてヒラメ1歳魚が潮の流れを利用してアジ稚魚を捕食したり、遊よくするような遊泳が度々観察されたことなど、礁やその周辺の海底に固定された有索遠隔操作式の水中TVカメラが極めて有効であった。また、マダイ、チダイ、マアジなどの潜水観察では逃避する魚類の蝟集状況を観察できた。このように水中TVカメラによる乱さない連続観測の有益性が示された。今後は、TVカメラを用いた魚類分布量の定量化手法の開発を進める必要がある。しかしながら、水中TVカメラでは、観察可能な視野が限定されるため、水中TVカメラによる行動観察・記録と共に、刺網・釣り等を用いた魚類群集の日周期的行動の把握による礁の機能の評価が必要と考える。

## 摘 要

- 1) 山形県酒田市地先のヒラメ増殖場造成およびその周辺水域において、礁周辺や天然海底微地形におけるヒラメやアミ類の分布生態を潜水手法による直接観察・直接採集により調査した。
- 2) アミ類は種により分布範囲がおおよそ限られた。また、遊泳製アミ類が海底地形に応じて成群するのが観察された。

- 3) アミ類およびヒラメ稚魚を試作した潜水式囲い網でそれぞれを定量的に採集することができた。
- 4) 魚類採集用ソリネットに新たに開発した距離計を取り付け、定量的採集を試みた。採集されたヒラメ稚魚の肥満度は時期により変化したが、アミ類が多く分布する二の淵で高い傾向が認められた。
- 5) 水深4 mにある沈船礁の周囲にはアミ類が海況に規定されながら濃密な群れを形成するのが観察された。このアミ類がヒラメ稚魚に捕食され、沈船礁周囲にヒラメ稚魚の好適生息場が形成されていると考えられた。
- 6) 十字礁周囲における潜水および水中カメラによる魚類集積調査の結果から、十字礁がヒラメ未成魚・成魚の餌生物である小型魚類を集積し、ヒラメ未成魚・成魚の好適な生息環境となっていることが推察された。しかし、15m以深に設置された礁周辺の海底は盆状に洗掘されヒラメ稚魚の分布が若干見られるものの、ヒラメ初期稚魚に特に好適な餌料環境となっていることを示すまでには至らなかった。また、盆状地形がヒラメ稚魚の成育場に必要なのか否かは明らかにできなかった。
- 7) 以上の結果をもとに、ヒラメ幼稚魚の増殖場造成の計画手法および調査手法の改善について論じた。

#### 引用文献

- 1) 山岡 仁・樋田陽治, 1977: 浅海漁場重要資源生態調査-3 (ヒラメ), 山形県水試資料112, 1~63, 付図2.
- 2) 柿元 皓, 1983: 魚礁における動物プランクトンの分布様式について. 水産土木, 19(2), 21~28.
- 3) 新潟県, 1981: 大規模増殖場開発事業調査総合報告書、昭和55年度版, 9, 上越地区, 55pp.
- 4) 明田定満, 1992: 十字礁による浅海砂浜域の漁場造成. 平成3年度東北海区人工魚礁技術研究会会議報告, 71~81.
- 5) 鳥取県, 1978: 大規模増殖場造成事業調査総合報告書, 昭和52年度版, 9, 気高地区, 69pp.
- 6) 鳥取県, 1988: 昭和62年度大規模増殖場造成事業効果調査報告書 (気高地区), 26pp.
- 7) 奥石裕一・大坂幸男・首藤宏幸・池本麗子, 1994: 若齢期底魚類による海中構築物周辺水域の利用. 平成4年度沿岸漁場整備開発事業に関する水産庁研究所研究報告書, 64~75.
- 8) 柿元 皓・大久保久直, 1985: 新潟県沿岸域における人工魚礁の総合的研究と事業, 新潟県水産試験場, 329pp.