

海域総合開発調査

青森県沿岸地域における藻場造成による地域振興策の検討

調査実施機関

社団法人全国沿岸漁業振興開発協会

業務課長 伊藤靖・業務課長代理 福田亮・業務二係長 石岡昇

青森県漁業振興課

漁場整備班長 加藤徳雄・主査 白取尚実

青森県水産増殖センター

総括主任研究員 桐原慎二

調査実施年度 平成10年度～12年度の3カ年間

緒言（まえがき）

この事業は、北洋漁業等にかかる国際漁業規制により漁業構造が著しく悪化していると認められる地域において、重点的に漁場の整備開発を進めるため、当該地域の漁業に関する情報を収集・整理するとともに、漁場整備開発体制のあり方及び漁場の利用・管理等について検討を行うことにより、当該地域の漁場整備の一層の合理的かつ効率的な推進を図り、沿岸漁業の発展に資することを目的として、水産庁よりの委託を受けて実施した。

(1)調査の目的

沿岸海域において、魚類の産卵場、幼稚仔の育成場、成魚の漁獲漁場としての藻場を持つ、新たな魚礁漁場の造成技術を開発し、多様性に富んだ水産資源の増大を通じて豊かな海の回復を図る。もって活きの良い豊富な種類の魚を、観光・流通等多方面の地場産業に供給し、地域経済を活性化させる。

(2)調査対象地域

漁獲魚種数が青森県内で一番多い日本海側から、操業漁業種類数が最も多く、また漁獲物を地元で消費できる観光産業が比較的発達している深浦町を対象地域とした。

(3)調査対象種

調査対象種は次のものを選定した。

①主要な増殖対象種

ア) ウスメバル

イ) ヤリイカ

②藻場造成対象種

ア) ツルアラメ

イ) フシスジモク

ウ) ヨレモク

(4)調査に対する基本的考え方

藻場の衰退が顕著である沿岸漁場域において、人工的に藻場を造成し、その資源涵養効果を回復させることで、漁業関係のみならず観光や加工、流通等多方面への影響効果を把握、確認し、地域振興計画作成等の基礎資料とした。(図1参照)

(5)調査全体計画

深浦町の自然、社会環境及び漁業実態の把握と、試験施設設置による結果から、深浦町の自然、社会環境や漁業実態に与える影響について関連する調査を3カ年度にわたり実施した。(表1参照)

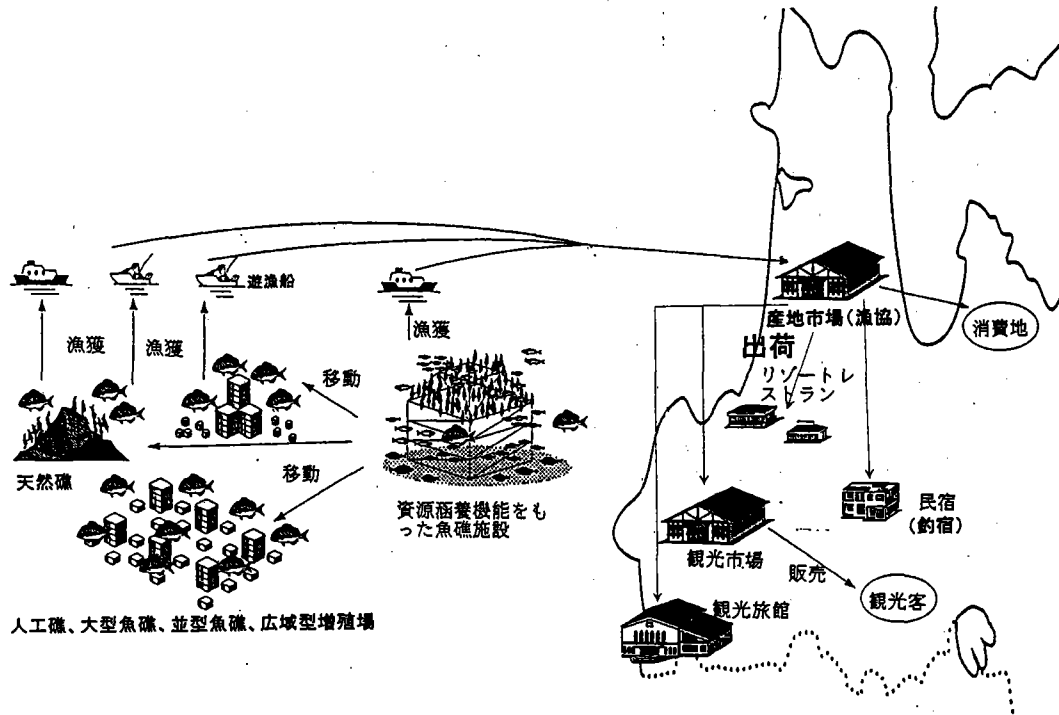


図1 海域総合開発概念図

表1 調査全体計画

調査事項	実施機関	調査期間			調査内容
		H10	H11	H12	
I 解析検討委員会	全振協	○	○	○	・当協会に解析検討会を設置し事業の基本方針、調査内容及び調査結果の検討を行う。
II 調査					
1.漁場実態調査					
1)物理環境調査	青森県	○			・海底の起伏、地形及び底質明らかにし漁場造成資料とするため、既存の資料の収集整理を行う。
2)生物環境調査					
①漁場の資源涵養機能の把握	民間委託	○	○		・青森県日本海沿岸のホンダワラ場及びツルアラメ場において、時期別に、藻場に棲息する魚類の卵、幼稚仔及び成魚の種組成、量及び胃内容等を把握する。同時に各漁場の葉上動物を把握し、これから藻場の水産資源の涵養効果を明らかにする。
2.漁業構造調査					
1)漁業生産構造調査	青森県	○			・地域水産業の生産動向の実態と変遷を明らかにするため、既往の資料の収集整理を行う。
2)漁業経営実態調査	全振協	○	○	○	・地域漁業の経営体数、就労者数、漁業所得の実態と変遷を明らかにするため、既往資料の収集整理を行う。
3.漁場整備開発推進体制調査					
1)波及効果調査	全振協	○	○	○	・漁業振興を通じて、観光等多方面の地場産業の発展を図り、地域活性化させるための調査を実施する。
2)推進体制・管理体制調査	青森県			○	・地域における漁場造成を円滑に行うため事業遂行体制、費用負担などの事業実施体制等の検討及び漁場造成後の漁場管理体制等の検討を行う。
4.漁場整備開発構想の検討					
1)施設試験調査					
①設置場所の選定	全振協	○			・既存資料や底質調査等の結果から、構造物の設置場所等を決定する。
②施設の製作・設置	民間委託	○			・日本海の新築造成に有効な構造物を製作・設置する。
③追跡調査					
ア藻場繁茂状況調査	民間委託	○	○	○	・海藻種苗及び育成基質の構造物への取り付けを行うとともに、生育した海藻の生長量、繁殖量の調査を行う。
イ資源涵養効果の把握	民間委託		○	○	・生育した海藻群落中の魚類稚仔の定性、定量、胃内容物調査を行うとともに、生育した海藻表面に着生した卵の定性、定量的な調査を行う。
ウ魚礁効果の把握	青森県		○	○	・構造物周辺に棲息した魚類の定性、定量調査を行う。
2)整備水域の特定、内容の検討	青森県・全振協		○	○	・調査結果を総合的に評価し、地域における整備水準の特定、整備内容、整備目標の策定を行う。
3)整備目標の検討	青森県・全振協		○	○	

(6) 深浦町沿岸の天然藻場と藻場造成種の選定

深浦町の海岸線と垂直な 50 調査線を 500m 間隔に設定し、それぞれの調査線に沿って水深 2.5m、5m、10m の 3 地点、計 150 地点について 6 月の潜水による枠取り調査から底棲生物の湿重量、個体数を求めた。

その結果、海藻は緑藻 1 種、褐藻 26 種、紅藻 15 種、海産種子植物 1 種の計 43 種が採取された。このうち、コンブ目植物とヒバマタ目植物は浅所ほど出現地点数や生育密度が高い値となった。深所での生育密度が低下する理由には、光量の低下とともに、高いキタムラサキウニの生息密度が影響しているものと推察された。キタムラサキウニが $100\text{g}/\text{m}^2$ を超える生息域ではコンブ目およびヒバマタ目植物の生育はほとんどみられないこと、水深 10m 地点の浅所でもキタムラサキウニの生息のない場では、コンブ目植物のツルアラメは最大 $279.8\text{g}/\text{m}^2$ 、ヒバマタ目植物のフシスジモクは最大 $595.0\text{g}/\text{m}^2$ が得られている。従って、当該海域では深所でもキタムラサキウニ生息を排除することによって藻場の形成が可能であると見なされた。

当該海域のコンブ目植物には、ワカメが 12 地点から採取され最も多数地点に認められ、次いでツルアラメが 8 地点、ツルモが 4 地点で観察された。ワカメおよびツルモは 1 年生であり、初春から初夏にかけて観察されるのに対して、ツルアラメは本邦産コンブ目植物中で唯一匍匐枝によって栄養繁殖し、周年にわたって群落認められている。

ヒバマタ目植物としてはジョロモク、スギモク、フシスジモク、オオバノコギリモク、ホンダワラ、イソモク、アカモク、ノコギリモク、トゲモク、フシイトモク、ヤツマタモク、マメタワラ、ヨレモクの計 13 種が認められた。このうちフシスジモクとヨレモクは、おおむね調査海域全体に広がり、それぞれ 40 地点、33 地点から採取された。次いでノコギリモク、ヤツマタモク、アカモクがそれぞれ 26 地点、18 地点、17 地点と比較的広く分布していた。

以上の結果から、ツルアラメ、フシスジモク、ヨレモクの 3 種は多年生海藻で、当沿岸海域では比較的安定した群落を維持することが期待され、広く分布して藻場を形成している (図 2) ことから、試験施設における造成対象藻類として有効と考えた。

(7) 天然群落における藻場対象藻類の消長と魚類

1998 年 9 月から 2000 年 3 月まで計 15 回、深浦町風合瀬地先 (図 3) の水深 5m 前後にあるヨレモク、フシスジモクおよびツルアラメ優占群落から 50 cm 四方の方形枠を用いて枠内の海藻類を採取し、湿重量を測定するとともに、ヨレモク、フシスジモクは主枝の長さ、ツルアラメについては葉状体の数、葉長、葉幅を測定した。また、それぞれの藻体に付着する端脚類を種ごとに湿重量と個体数を計数した。また、各群落では長さ 10m、幅 1m、目合い 5 分の旋網を用いて、群落内の生息魚の一部を採取して体長、体重を測定するとともに、胃内容物を同定した。1999 年 3 月には同地先の水深 4.8m、6.3m、4.6m にあるヨレモク、フシスジモク、ツルアラメ優占群落と対照区とした水深 4.8m、6.3m の海藻が生育しない場、計 5 箇所 5 m 四方の観察区を設け、2000 年 3 月まで、ほぼ各月 1 回、計 12 回について生息魚類の体長および個体数を目視観察し、体長と体重の関係式から魚類の重量を算出した。さらに、1999 年 5 月から 8 月には各観察区における海藻群落の占める容積を求めた。

① 藻場藻類の季節的消長

ア) ヨレモク

ヨレモク優占群落には褐藻 15 種と紅藻 5 種の計 20 種が認められた。現存量は調査開始時の 9 月には平均 $200.2\text{g}/\text{m}^2$ であったが、その後 2 月には $636.6\text{g}/\text{m}^2$ まで増加した。風波が激しかった 3 月には主枝が流失し、 $325.8\text{g}/\text{m}^2$ に減少したが、その後急激に回復して 5 月には $1637\text{g}/\text{m}^2$ で最大となった。この時期には主枝の先端部分に生殖器床が認められた。6 月以降は主枝が先端部分から流失したため、現存量は減少し、10 月には $202.4\text{g}/\text{m}^2$ で極小となった。秋季以降は新たに発出した主枝が伸長し、1 月には $331\text{g}/\text{m}^2$ に達した。当群落に見られた $100\text{g}/\text{m}^2$ 以上の他の海藻類は、5 月にワカメが、2 月にフシスジモクが見られた。また、ヨレモク主枝に絡みついて生育するエゴノリは 5 月と 6 月にそれぞれ $712\text{g}/\text{m}^2$ 、 $891\text{g}/\text{m}^2$ が得られた。当群落に生育する海藻全体の生育密度に占めるヨレモクの割合は、6-8 月の夏季に 45%-75% であったが、12 月-2 月の

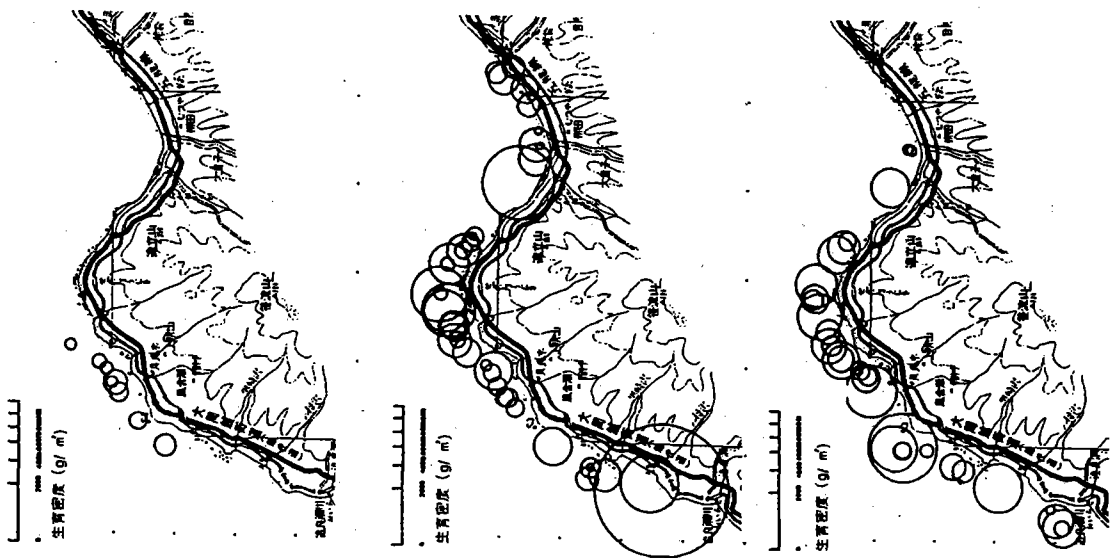


図2 青森県深浦町沿岸海域のツルアラメ(上)、フシジモク(中)、ヨレモク(下)の分布と現存量(円の位置と大ききで示す)。

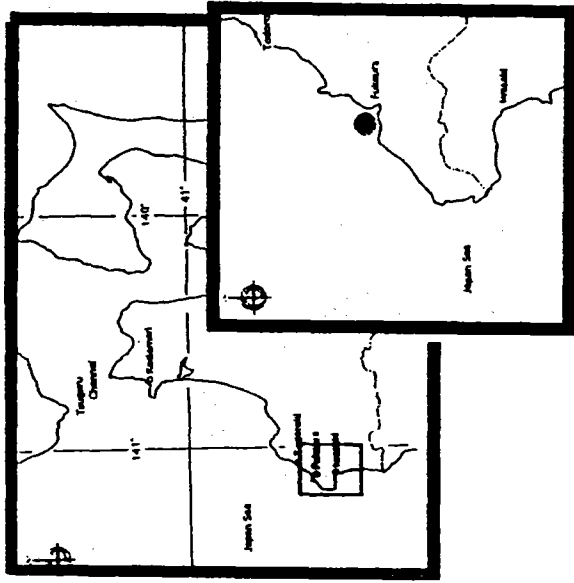


図3 調査海域

冬季には95%以上を占めるに至った(図4)。

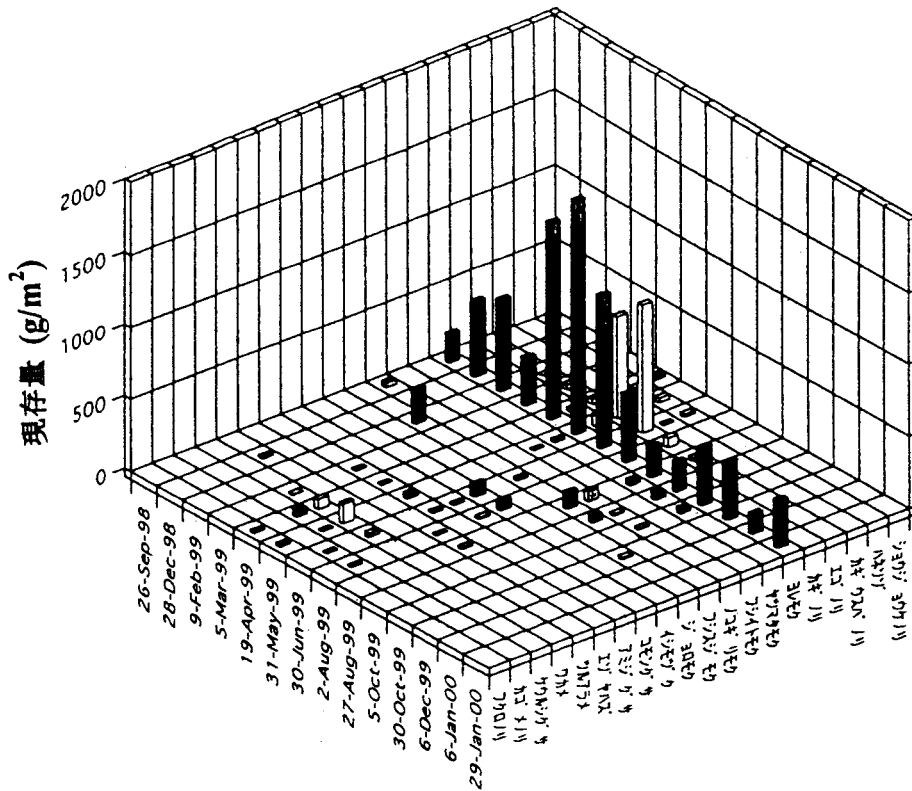


図4 ヨレモク優占群落内の海藻類現存量の周年変化

ヨレモク主枝の総延長は、調査開始時の9月に1173 cm/m²であったが、春季の4月には3839 cm/m²で最大となった。5月には生殖器床の形成と主枝の流失が認められ2374 cm/m²に減少した。その後、8月には851 cm/m²まで短くなった。秋季以降は再び増加に転じた。現存量は5月に最大となったが、主枝の総延長はその直前の4月に最大値を示した。このことは、主枝は5月に短くなったが、枝上に生殖器床や葉、気胞などが高密度に形成されたためである。ヨレモクに付着する葉上動物にはホソヨコエビ、ニホンモバヨコエビ、ヨコエビの一種、ホソワレカラ、クビナシワレカラなど5種の端脚類類が、主枝や側枝、葉、気胞、生殖器床に観察された。その生息密度は6月に42.2g/m²(40165 個体/m²)で最大となったが、8月2日には1.5g/m²と急激に減少し、その後、調査終了時まで低い値であった。葉上動物の密度が最大となった6月には、ヨレモク現存量に対する葉上動物の重量の割合は4.0%で、主枝当たりの付着密度は2.23g/mと計算された。群落内の生息個体密度はヨコエビの一種が24505 個体/m²で全体の61.0%を占め、次いで、ホソヨコエビが8009 個体/m²、ホソワレカラが5140 個体/m²、クビナガワレカラが1793 個体/m²、ニホンモバヨコエビが717 個体/m²であった。

1) フシスジモク

フシスジモク優占群落では緑藻1種、褐藻12種、紅藻2種の計15種が認められた。現存量の季節的消長は、おおむねヨレモクと同様の変化を示した。調査開始時の9月には451.8g/m²であったが、その後冬季にかけて増加し3月には2 kg/m²、4月には2628g/m²で最大となった。また夏季には急激に減少し、8月に

は 371.6g/m^2 となったが、秋口には回復した (図5)。

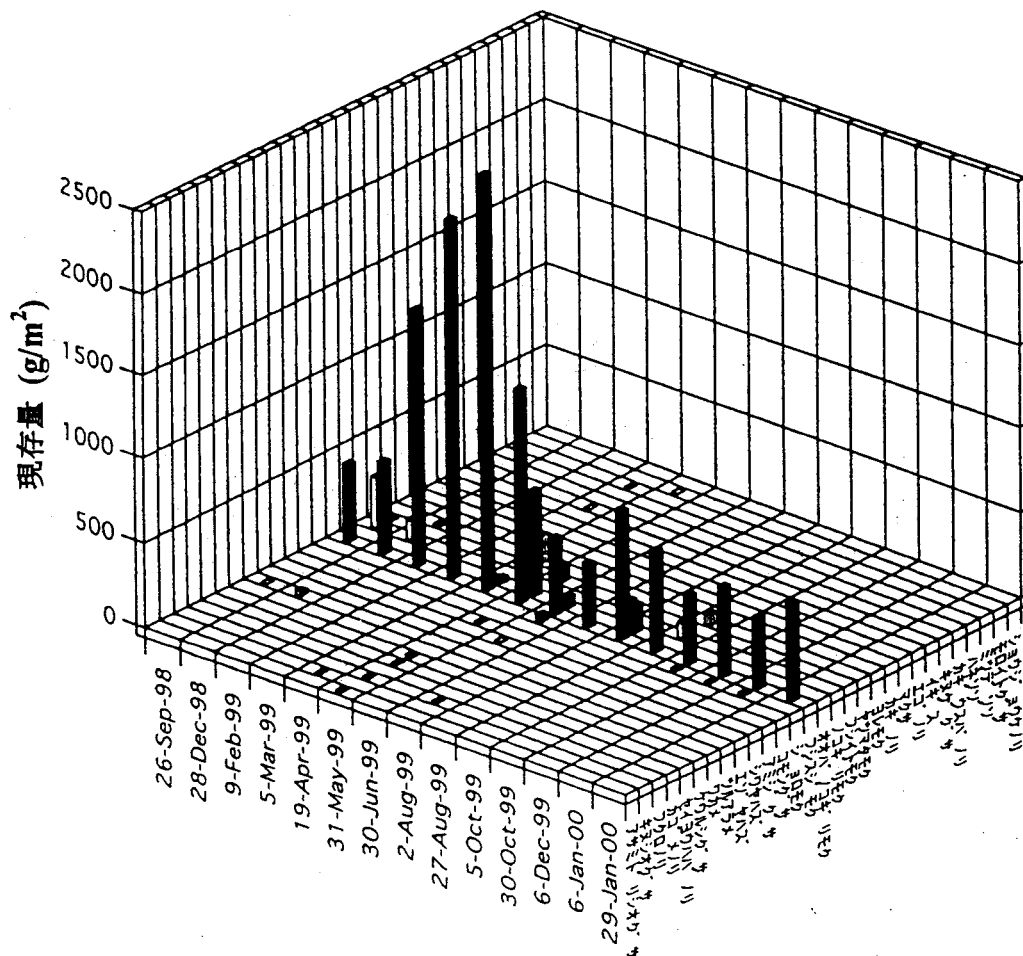


図5 フシスジモク優占群落内の海藻類現存量の周年変化

フシスジモクは、現存量の最大値がヨレモクの約2倍の値を示したが、夏季にはヨレモクより低い値で推移した。フシスジモク群落内に生育する他の海藻の生育密度は全体の40%以下で、特に12月4月の冬季から春季にかけてはフシスジモクは93%以上を占めた。主枝の総延長は、調査開始時の9月には 1042cm/m^2 とヨレモクとほぼ同様の値であったが、3月には 4668cm/m^2 、4月には 4963cm/m^2 で最大になった。その後6月には成熟したが、8月には 601cm/m^2 まで減少した。フシスジモクはヨレモクより、主枝総延長の最大値が高い値を示したが、5月から8月にかけては短くなった。フシスジモク群落の容積は4月に 21.3m^3 で最大となったが、8月には 8.3m^3 と半減した。しかし、調査期間全体を通してフシスジモク群落はヨレモクより大きな容積を持った。

フシスジモクに付着する葉上動物はヨレモクのそれと同じ5種の端脚類類が観察された。その密度は6月に最大となったが、面積当たりの密度は 14.8g/m^2 (14820 個体/ m^2) でヨレモクのそれの約3分の1であった。その密度組成は、ヨコエビの一種が 8726 個体/ m^2 で全体の58.9%を占め、次いでホソヨコエビ、ホソワレカラ、クビナガワレカラ、ニホンモバヨコエビの順となり、ヨレモクのそれによく類似した。

ウ) ツルアラメ

ツルアラメ優占群落には緑藻1種、褐藻7種、紅藻3種の海藻計11種が認められ、その種数はヨレモクやフシスジモク群落に比べ少なかった。現存量は調査開始時の9月には 1281g/m^2 、その後12月には 651g/m^2 まで減少したが、冬季から春季にかけて増加し、5月には 5166g/m^2 で最大となった。この後、秋季にか

けて減少し、10月に 289g/m^2 で最小となったが、冬季から再び回復傾向が見られた。全体の海藻生育量に占めるツルアラメの割合は、年間を通して75%以上認められ平均91.7%で、ヨレモク(78.1%)やフシスジモク(86.9%)群落に比べ、高い優占率を示した(図6)。

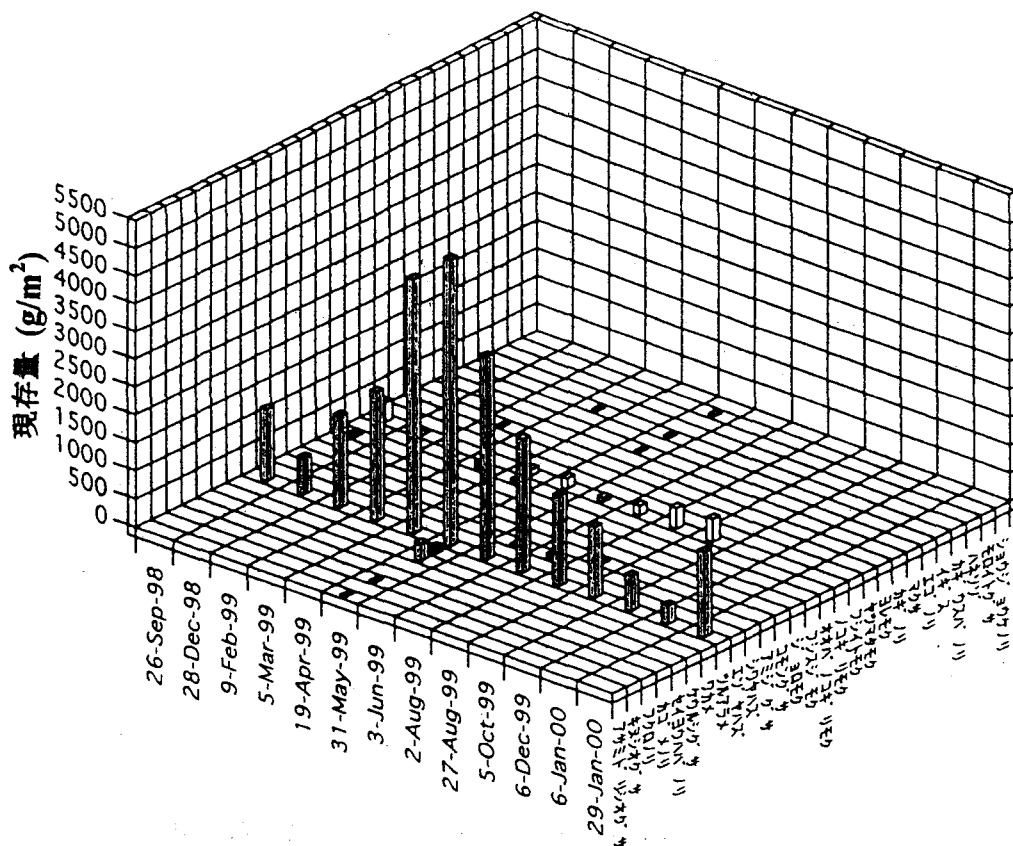


図6 ツルアラメ優占群落内の海藻類現存量の周年変化

ツルアラメの葉長の変化は、概ね現存量の変化と同様の傾向が認められた。9月には平均値葉長5.2 cmであったが、春以降に増加して5月には27.1 cmと最大となった。秋季には末枯れのため葉状部の先端部から流失して4.7 cmまで短くなったが、その後再生して3月には13.1 cmとなった。また、ホンダワラ類と異なり、莖上部のみが直立するため、海底からの高さが15 cm-20 cm前後で、フシスジモク、ヨレモク群落に比べ群落としてはその容積は小さかった。

ツルアラメに付着する葉上動物はホソヨコエビ、ニホンモバヨコエビ、ヨコエビの一種、クビナシワレカラの4種の端脚類が観察され、生息密度は8月に 0.41g/m^2 (112 個体/ m^2)と最大となったが、ヨレモク、フシスジモク群落に比べて個体数および重量密度ともに1%以下と著しく低い値であった。

以上の結果から、藻場の現存量の最大値はツルアラメ、フシスジモク、ヨレモクの順となり、ツルアラメは、周年にわたりフシスジモクやヨレモクより概ね高い現存量を維持した。ツルアラメが匍匐枝からの栄養繁殖によって高密度群落を形成する特性が反映したものと考えられる。また、それぞれの群落が持つ容積は季節によって変動が見られるがホンダワラ類では、気胞によって藻体が直立することから比較的大きい値となった。これらの3種の藻類はいずれも多年生で、比較的安定した群落を形成することはこれまで

での調査報告から知られている (Notoya & Aruga 1991; 桐原・藤川 2000; 藤川・桐原 2000)。また、葉上に付着生息動物は、いずれの群落でも6月に著しく高い現存量を示し、年間の一時期に大量繁殖することが分った。また、ヨレモク群落ではフシスジモクの約4倍量となり、藻体の形態的な違いが葉上動物付着量に反映したのと考えられた。群落間の葉上動物の種組成や類似度はホンダワラ類では差異がなく、ツルアラメとホンダワラ類では大きく異なることがわかった。

⑧ 藻場内の生息魚類

① 種と生息量

魚類の生息は、海藻が生育しない場では全く認められないが、ヨレモクやフシスジモク、ツルアラメ群落内では季節による変動は大きいものの多様な魚種が認められた (図7)。

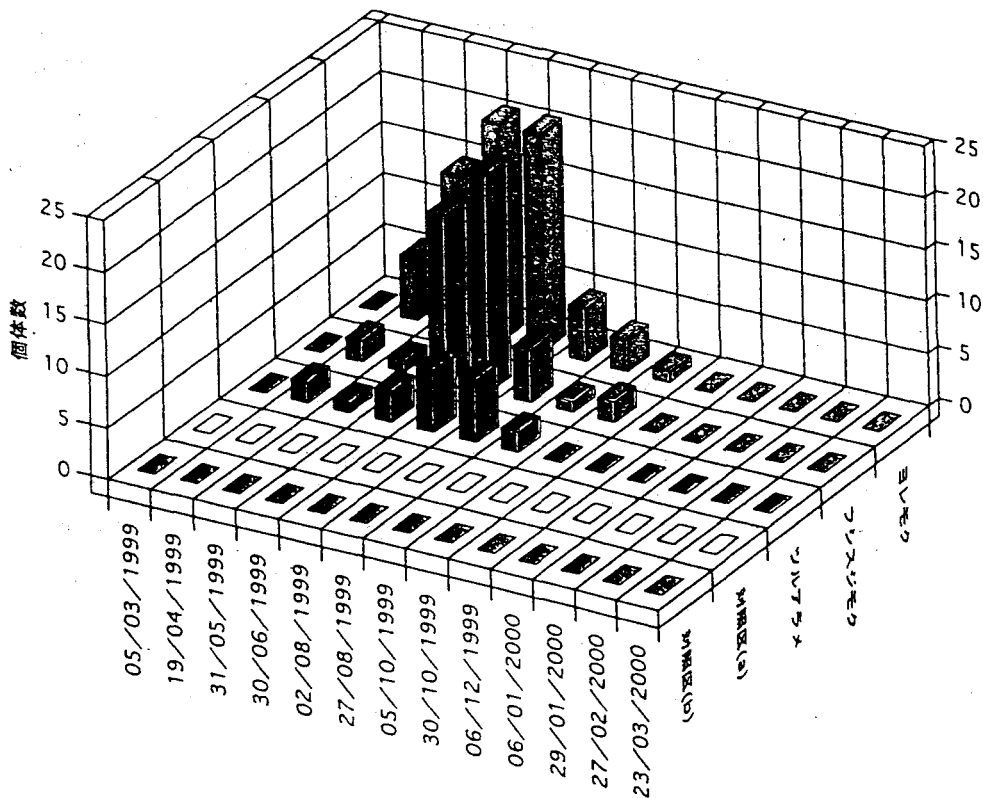


図7 ヨレモク、フシスジモク、ツルアラメ優占群落と海藻の生育しない場 (対照区) の魚類出現個体数の周年変化

ヨレモク群落では10種の魚類が観察され、このうち6月と8月に21個体が観察され最も多く出現した。フシスジモク群落では8種が、8月に21個体、ツルアラメ群落では6種、8月に6個体で最大となった。いずれの観察区ともおおむね春季から秋季にかけて多数の種および個体数認められ、ホンダワラ群落ではツルアラメ群落より多かった。特にヨレモク群落とフシスジモク群落ではウスメバル、ツルアラメ群落ではアイナメの生息が特徴的であった。それぞれの群落に出現した魚種と個体数はヨレモク群落ではウミタナゴ、ウスメバルが各々20個体と最も多く、次いでメバルが13個体、キュウセンが7個体、ササノハベラが5個体、クサフグが3個体、クロダイ、ニシキギンポ、アイナメ、マガレイが各々1個体観察された。フシスジモク群落ではメバルが20個体と最も多く、次いでキヌバリが10個体、ササノハベラ、キュウセ

ンが各々5個体、クジメ、アイナメが各々3個体、マダイ、クサフグが各々1個体観察された。ツルアラメ群落ではキュウセンが7個体で最も多く、次いでアイナメが5個体、ウミタナゴが3個体、メバル、クジメが各々2個体、クサフグが1個体観察された(図8)。これらのうちヨレモク群落で見られた9種、フシスジモク群落の7種、ツルアラメ群落の4種はいずれの種も深浦沿岸における有用な漁獲対象種である。群落面積当たりの魚類生息量の最大は、ヨレモクおよびフシスジモク群落では8月に各々75.0g/m²、23.5g/m²、ツルアラメ群落では6月に9.9g/m²であった。魚類の生息個体数はヨレモク、フシスジモク、ツルアラメ群落の順に多かった。観察区に出現した魚類のうち9種26個体について胃内容物を観察した結果、13個体には内容物が観察されアイナメ、キュウセンには8月、1月、3月にギンボまたはキヌバリの稚魚が捕食されていた。また、3月、4月に採取されたアイナメの4個体には、葉上動物として認められたヨコエビやワレカラ等端脚類の捕食が見られた。

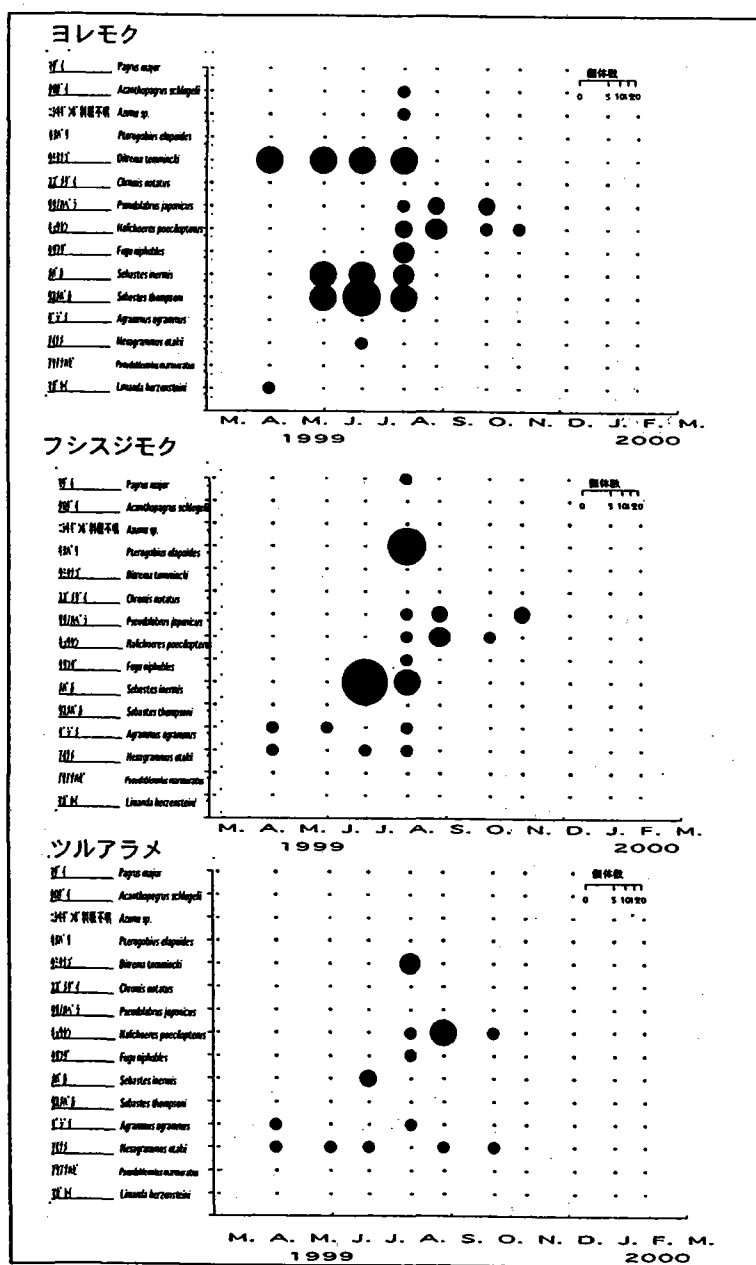


図8 ヨレモク、フシスジモク、ツルアラメ優占群落内の魚類出現個体数の周年変化

②稚魚

ヨレモク、フシスジモク、ツルアラメの各群落内に認められた体長 10 cm以下の稚魚の出現状況を観察した結果、9種が観察され、キヌバリ以外の8種は深浦地先における有用魚種であった。全生息魚に占める稚魚の個体数(率)は、ヨレモク群落では観察された72個体のうち68個体(94.4%)が、フシスジモク群落では48個体のうち46個体(95.8%)が、ツルアラメ群落では20個体のうち15個体(75%)が稚魚で、いずれの群落でも稚魚が卓越した(図9)。各海藻群落では、生息する稚魚の種組成や量に若干の差異が認められ、ヨレモク群落ではウスメバル、フシスジモク群落ではウミタナゴ、メバルが、ツルアラメ群落ではアイナメ類が認められた。ウスメバルとメバルを合わせたメバル類稚魚の生息密度は、ヨレモク群落では5-8月に0.32-0.6個体/m²、フシスジモク群落では6月-8月に0.2-0.6個体/m²、ツルアラメ群落では、4月、6月に0.04-0.08個体/m²で、いずれも6月に最大を示した。このことはヨレモク、フシスジモク群落には、夏季にメバル類の稚魚が生息すると見られる。それらのメバル類稚魚は大きく移動することはなく、常にヨレモク、フシスジモク群落の上方、あるいは周辺の藻体の比較的近い場に認められた。キュウセン、ササノハベラなどのベラ類の稚魚は8月から10月までの比較的長期間にわたって観察され、8月にはヨレモク、フシスジモク、ツルアラメ群落で各々0.6個体/m²、0.78個体/m²、0.20個体/m²が認められ、比較的広い範囲の海藻群落間を移動するのが観察された(図10)。アイナメ、クジメなどのアイナメ類の稚魚はメバル類やベラ類のように魚群を形成しないため、生息密度は低い値となったが、4月から8月まで観察され、ヨレモク、フシスジモク、ツルアラメの各群落ではそれぞれ1個体、6個体、3個体が観察された。これらの稚魚は、主にホンダワラ類の茎や付着器、ツルアラメの匍匐枝や茎状部近く生息していた(図11)。

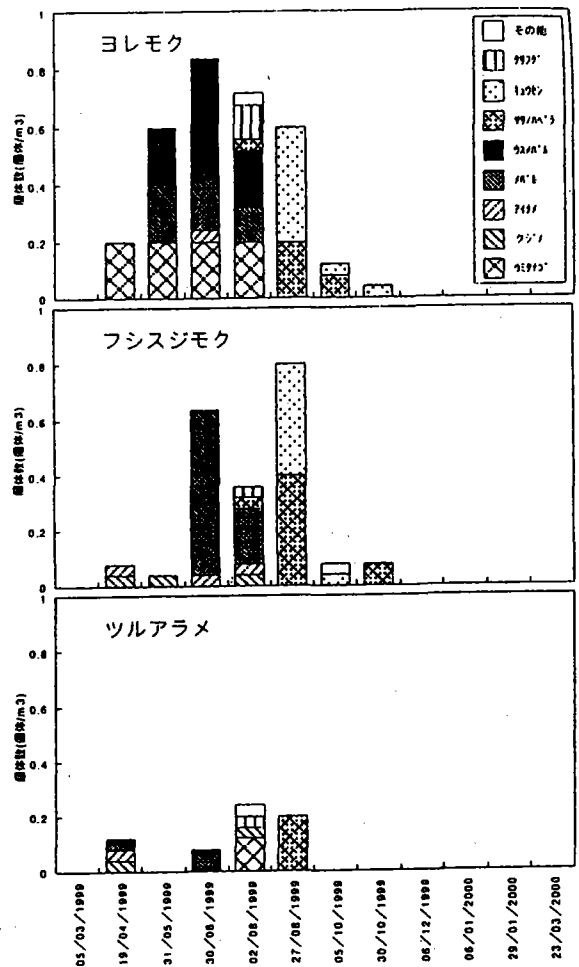
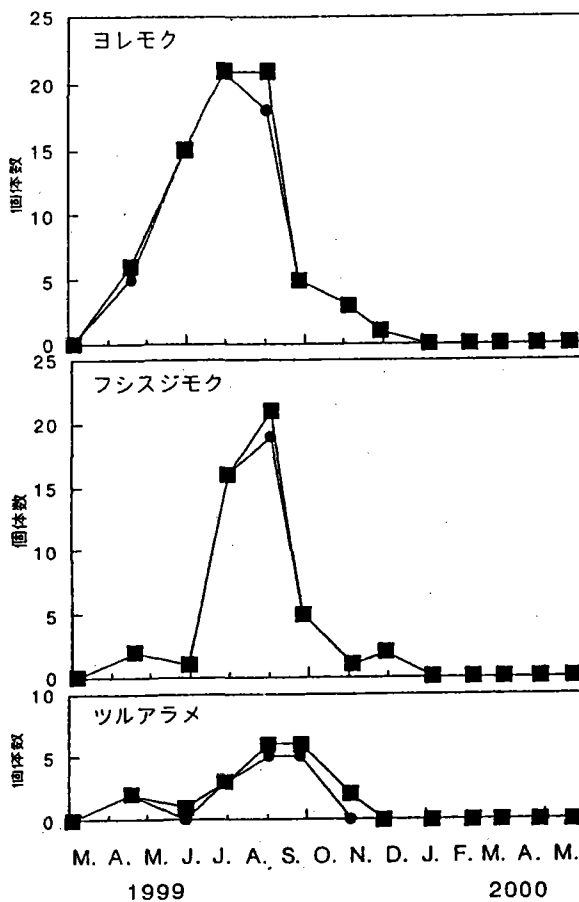


図9 ヨレモク、フシスジモク、ツルアラメ優占群落内の成魚および稚魚出現個体数の周年変化。■：成魚と稚魚の個体数、●：稚魚の個体数

図10 ヨレモク、フシスジモク、ツルアラメ優占群落内の稚魚出現個体数の周年変化

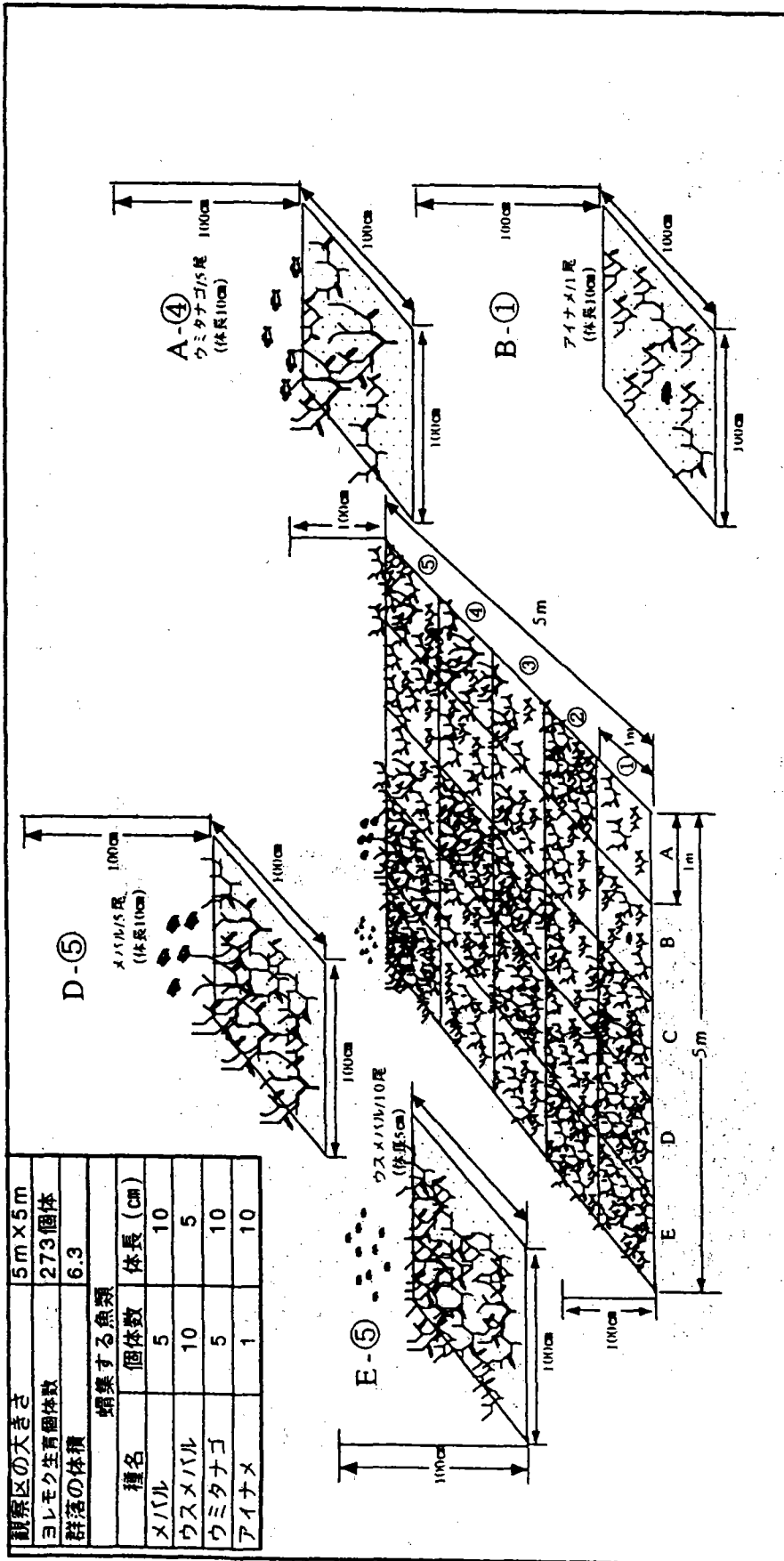


図11 ヨレモク優占群落内の魚類生息または遊泳位置 (1999年6月)

(9) 魚類の生息と天然藻場の評価

ヨレモク、フシスジモク、ツルアラメのいずれの群落にも魚類の生息が認められ、生息魚のうちヨレモク、フシスジモク群落では約95%が、ツルアラメ群落では約75%が稚魚であったことから、各群落は特に稚魚の生息に効果があると考えられる。また、それらの大半は有用魚類であり、当該地域の漁業生産にとって一定の役割を果たしている可能性が推察された。

青森県沿岸におけるメバルの生活史の詳細な報告はないが、瀬戸内海では11月-2月に孵化し、満1齢で9cm、2齢で13cm、3齢で16cm (Harada 1962)、また、岩手県山田湾沿岸では12月-3月ごろ孵化し、満1齢で8.8cm、2齢で13.4cm、3齢で17.7cmに達し、いずれも2年目の冬には一部の個体が成熟すると記されている。また、体長6cm以上では藻場を離れはじめ、11cm以上の個体は藻場には殆ど認められない(全国沿岸漁業振興開発協会 1993)とされている。従って、本調査で観察されたメバルは、体長10cmの個体が卓越したことから、冬に孵化した0歳魚で秋季から夏季に観察され、それ以上に成長した個体は順次藻場から離れたものと考えられる。メバルの餌としては、仔魚(体長4mm-10mm)から稚魚期(同10mm-30mm)には橈脚類やプランクトンを捕食し、幼魚期(同3cm-6cm)以降はアマモやホンダワラ類の葉上、葉間に生息するワレカラ、ヨコエビ、多毛類、介形類を摂餌すること(布施 1962a; 1962b)、アマモ場よりガラモ場に葉上動物が多いため周年ガラモ場に生息することが報告されている(布施 1981)。したがって、本調査で観察されたメバルは幼魚期にあたり、ホンダワラ類の葉上に生息する端脚類が高密度となる時期に多数個体が生息したことから、それらの捕食を目的として生息していると考えられる。

ウスメバルは、青森県の日本海沿岸では3月下旬-6月上旬にかけて産仔し、特に4月、5月が産仔盛期と考えられている。5月-8月には体長14mm-50mmの稚仔が流れ藻に付随し、体長40mm-60mmでは水深30m前後の海底に着底する。その後は成長に伴って深所へ移動すると考えられている(田村ら 1983)。本調査で6月前後にヨレモク群落内で認められたウスメバルは、体長5cm前後であったため、産仔後海底着底期までの生育期間を当該海域の藻場に生息するものと考えられる。

アイナメ及びクジメは、フシスジモクやツルアラメ群落内に4月から10月にかけて体長10cm-25cmの個体が観察された。また、胃内容物には、ギンボ、キヌバリなど魚類や葉上動物の端脚類などが観察され、冬季には藻場内の海藻に卵が付着が確認されていることから、未成魚から成魚にいたる複数の年級群が住む生息場、餌場および産卵場として利用されていることが推察された。

以上、ヨレモク、フシスジモク、ツルアラメの天然群落における各種藻類の生育状況およびそこに生息する魚類および餌生物としての葉上動物など季節的消長から、メバル類にとってはツルアラメ群落より生息に適した環境であると推察される。従って、メバル類の保護・育成を目的に藻場を造成する場合、ホンダワラ類を用いることが適当といえる。しかし、ツルアラメ群落は、秋季には主枝が流失するため季節的に群落が著しく衰退するホンダワラ類に比べ、周年高い現存量を維持し、稚魚を含むアイナメ類の住み場や餌場として有用である。また、調査対象海域沿岸に生息するサザエ、キタムラサキウニにとって、ツルアラメはマコンブと同等あるいはそれを上回る好適餌料である(佐藤・能登谷 1990)ため、それら定着性水産資源の増殖にも有効である。なお、藻場の持つ漁業生産上重要な役割については水質浄化機能やデトリタスなどの餌料価値等などいくつか考えられるが、今後、それらの検討も必要である。

(10) 試験施設における調査

① 試験場所の選定

試験施設の適切な設置場所を定めるため、1998年4月から5月にかけて、深浦町田野沢、轟木・風合瀬境界および深浦地先を潜水によって底質、砂層の広がり、浮泥の多寡、魚類蝟集状況、植食性水産動物の生息状況を調査し、また、魚礁としての利用度などから(表2)、轟木・風合瀬境界地先の西奇りの地点を適地とした。

表2 試験施設設置場所の評価

水深30mの調査地点	項目		田野沢									鼻木・風合淵			深溝			摘要・基準	
			St.1			St.2			St.3			St.1	St.2	St.3	St.1	St.2	St.3		
			St.1	St.2	St.3	St.1	St.2	St.3	St.1	St.2	St.3	St.1	St.2	St.3	St.1	St.2	St.3		
1. 底質	平坦な砂礫層、次いで平坦な岩盤が望ましい。		x	x	o	o	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	○：適する、x：適しない。田野沢St.1,2、鼻木・風合淵St.1,2の底質は起伏の大きな岩盤。他は砂層。
	砂層厚が薄いことが望ましい。		-	-	o	-	-	o	-	-	o	o	o	o	o	o	o	o	◎：70cm未満、○：1m未満、△：1m以上
	試験施設設置に十分な砂層の広がりがある。		-	-	◎	-	-	o	-	-	o	o	o	o	o	o	o	o	鼻木・風合淵St.3、深溝St.3は、岩盤と砂層の境界に当り、各々の南（岩崎村）より広範な砂層が広がる。
	河川由来の浮泥がないことが望ましい。		△	-	-	-	-	◎	-	-	o	-	-	o	-	-	-	-	◎：認められない、○：わずかにある、△：見られる
2. 浮泥	魚類が認められる場所が望ましい		o	o	-	-	-	△	△	-	-	△	△	△	△	△	△	△	○：魚類が認められる、△：わずかに認められる-：認められない。
	魚類稚子が認められる場所が望ましい		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○：魚類稚子が認められる。-：認められない。
	植食性水産動物（ウニ類）が生息しないことが望ましい。		△	△	-	-	-	△	△	-	-	-	-	-	-	-	-	-	△：キタムラサキウニが認められる。-：認められない。
	網漁業に支障が無い。		o	o	▲	-	-	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	○：漁具等なかった、▲：漁具があった。田野沢St.3、鼻木・風合淵St.3には底建網が認められた。深溝St.1以南（岩崎より）は刺網、小型定置網漁場となっている。
4. 漁場利用	他の開発区域との関係		o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	○：関係なし、▲：港湾区域内・付近
	海藻が生育していることが望ましい。		x	x	-	-	-	o	o	o	o	o	o	o	x	x	x	x	○：周辺に海藻が見られた、x：見られなかった
水深15mの調査地点	1. 底棲生物		△	△	-	-	-	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	○：認められない、△：㎡当り1-5個体の密度
	魚礁としての釣、刺網漁業者の利用見込		◎	-	-	-	-	o	o	o	o	o	o	o	◎	◎	◎	◎	◎：100隻以上、○：30-100隻、△：30隻未満
評価		x	x	▲	▲	▲	x	x	o	o	o	o	o	▲	▲	▲	▲	◎：好適、○：適、△：可、▲：難あり、x：不適。漁業調整上の問題点に係る要因を除く	

②施設試験調査

青森県深浦町地先において、沿岸海域における魚類の産卵場、幼稚子の育成場、成魚の漁獲漁場として機能すると考えられる藻場を造成する試験礁の製作・設置を行った。

試験礁は、平成10年8月から9月にかけて設計・製作が行われ、10月17日に深浦町轟木・風合瀬境界沖の水深30mの地点に設置された。

ア) 特徴と仕様

試験礁は、主として鋼材により構築され、礁上部にはコンクリートとFRPを基盤としたツルアラメ、ホンダワラの海藻基質、礁下部にはコンクリート板によるヤリイカ産卵基質を備えた複合構造物であるが、海藻の成長による魚類の蝟集を目的としたため、礁全体の構造には魚類の蝟集効果機能を付加していない。

(図12参照)

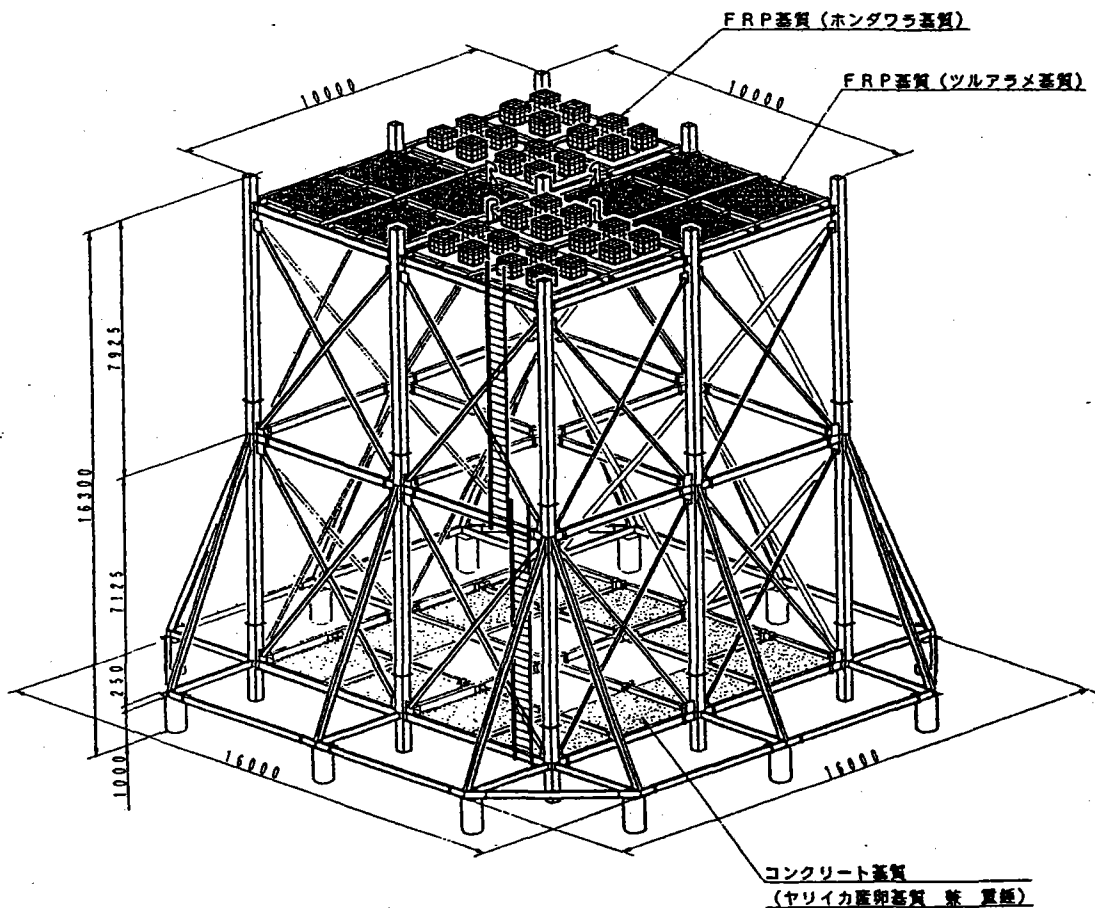


図12 人工地盤礁(試験礁)鳥瞰図

イ) 試験礁の設計

通常、魚礁の設計は耐用年数30年とするが、本礁は試験礁であることから耐用年数を10年として設計した。設計にあたっては、波の水平方向の流体力と、今回の試験礁では特に構造物上面が閉鎖されているため、鉛直方向の流体力も大きく作用することを考慮に入れた。また、海藻の成長による海藻自体の流体抵抗はあまりないと考え、計算上は考慮しなかった。

なお、孝造計算にあたっては、通常、着底衝撃力、吊り上げ時、流体力の3種類の計算を基本とするが、

着底衝撃力は沈設速度から構造物には影響がないこと、流体力については試験礁であり海中での設置期間が短いことから影響を考慮せず、一時的に荷重が最もかかる吊り上げ時のみを計算した。計算結果は、安定計算では滑動安全率1.21、転倒安全率1.30となり安定し、吊り上げ時においても壊れない結果となった。

ウ) 設置

平成10年10月17日、気象条件曇り、波高1.5～2mの中、160t起重機船を用いて、水深30.6mの地点に無事設置を行った。設置後ダイバーにより設置を確認したところ、予定通りに設置されていることが確認された。

③ 損傷及び倒壊状況

ア) 脚部損傷 (その1)

平成11年3月に設置後5ヶ月の砂の流出により礁全体が沈下するとともに、当初予定になかった岩盤が突出し、コーナー脚部が岩礁に乗り上げ、その部分に19.3tの集中荷重（基本設計では脚部全体に平均荷重がかかることを前提とし、1本あたり1.8t、鋼材の許容座屈強度5.5t以内）が発生し屈曲した。

イ) 脚部損傷 (その2)

平成11年5月に、3月に屈曲した脚の対角線側のコーナー脚部が屈曲した。これは対角線同士が天秤の支点となり構造物の重量が支点到に集中したためと考えられた。ただし、構造物の中央部(10×10m)には破・変形はなく水平を維持するとともに、その後2～3個の台風が通過し大時化となったが、3月と5月の屈曲以外異常はなかった。

ウ) 崩壊の確認

平成12年1月6日、潜水調査により試験礁の崩壊を確認。本体は原形をとどめないまでに全体が崩壊し、多数の溶接面が剥離していたが、剥離面には錆の多いものとなないものが見られた。

④ 崩壊した試験礁の引き上げ及びサンプリング

ア) 引上げ作業

崩壊した試験礁が波・流れにより移動し、定置網等に対し被害を及ぼす懸念があったため、海況条件の良くなる時期を待って、平成12年5月11～12日の2日間に渡り引上げ作業を実施し、全量を引き上げた。

イ) 引上げ物の観察

引上げ物は、すべて曲がり等はあるが工場製作時のパーツ状態で引上げられており、鋼材表面の腐食状況は初期腐食が若干ある程度で、ほとんど新品状態であった。また、山形鋼プレスに3箇所ほど引きちぎられたものがあった。引上げ物にはヤリイカの卵をはじめホヤ、フジツボ、マガキ稚貝、稚ガニの付着が見られた。

⑤ 鋼材のサンプリング及び分析並びに崩壊原因

ア) 鋼材のサンプリング

引上げた残骸は崩壊の原因を追求するため、主に鋼材の破断した部分と溶接の外れた柱接続箇所のサンプリングを実施し、専門業者に分析を依頼した。

イ) サンプル分析及び崩壊原因

各サンプルに共通した分析結果からの結論は、溶接部に繰り返し荷重が集中し、疲労が溜まり溶接部の破壊となった。

これは、試験礁の構造上、頭部に海藻基質が15t（全重量の22%）あり、左右のゆれが発生すると、振幅が増幅されるとともに下部柱の根元継ぎ部に疲労が集中し溶接部に疲労が溜まり溶接割れにつながったものと考えられた。（図13）

今回の試験礁は従来の魚礁と同様の構造計算を行い計算上は特に問題はなかったが、今回の結果から、今後の事業化の際には、波高が大きく、高波の頻度が多い地区での同タイプの人工地盤礁の場合には、天端の重量集中に対する構造検討と垂直方向の波力の考慮について徳に検討しなければならない。

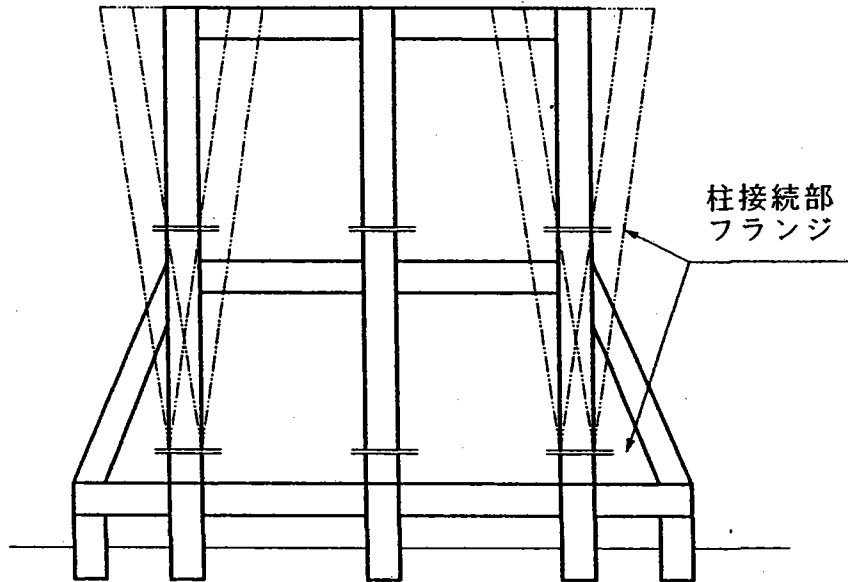


図13 試験礁の振動状態

⑥事業礁の構造計算・積算

試験礁の設計及び崩壊の結果から、事業として人工地盤礁を設計する場合、主に天端の重量集中に対する構造検討と垂直方向の波力を考慮すると同時に、青森県からの諸条件を加味して設計提案を実施した。

ア) 事業礁の条件

形状、寸法、空容積及び海藻付着基質、ヤリイカ産卵基質の設置面積は試験礁とほぼ同等としたが、改良点として魚礁性を増加するとともに、海藻基質部は上下の潮通しをよくし、ヤリイカ産卵基質側面に陰影をつけ複雑にした。耐用年数は30年とした。(図14)

イ) 事業礁の構造計算条件

設置海域は試験礁と同じ場所と考え、海域条件も試験礁の条件と同じとしたが、天端の重量集中に対する構造検討及び垂直方向の波力を考慮した。また、流体力については、深浦地区の海況の厳しさにより、荷重のかかり方が構造物に対して前後及び上下方向に常に動く状態の繰り返し荷重と見なして、荷重係数を約1.7倍として計算した。

ウ) 検討結果

上記の条件に基づき検討を行った結果、30年後の腐食した鋼材にかかる応力はすべての梁・柱とも耐用することを確認した。

⑦鋼製試験施設における調査

1998年10月6日に、深浦町轟木・風合瀬境界地先水深30m地点に、高さ16m、上面のコンクリート製天板面が10m四方の鋼製試験施設を設置した。施設におけるツルアラメ生育調査については1998年12月に、風合瀬地先の水深約5mから採取した藻体を、50cm四方のFRP製ツルアラメ結着基質計128枚に1枚当たり4個体ずつ匍匐枝部分をクランプで結着後(図15)、施設天板面5m四方の2箇所に分けて各ツルアラメ結着基質をしき並べをボルトで固定した。それらのツルアラメ藻体のうち12個体については個体

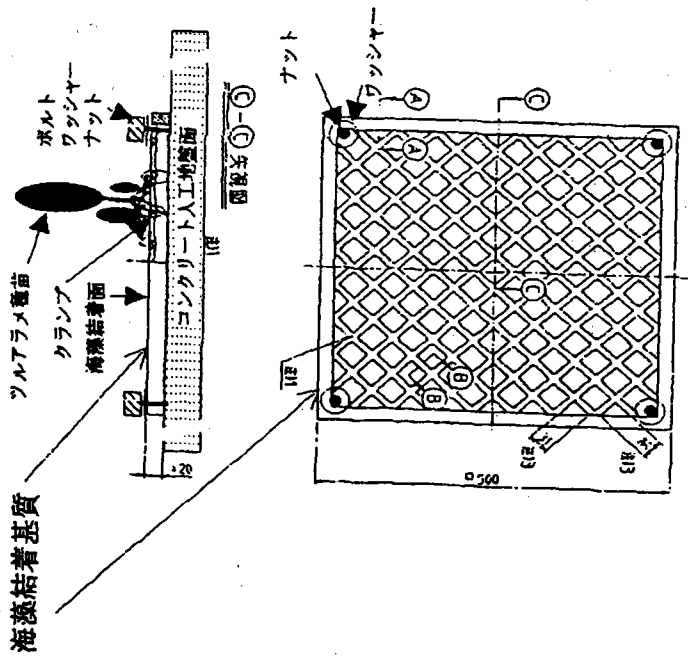
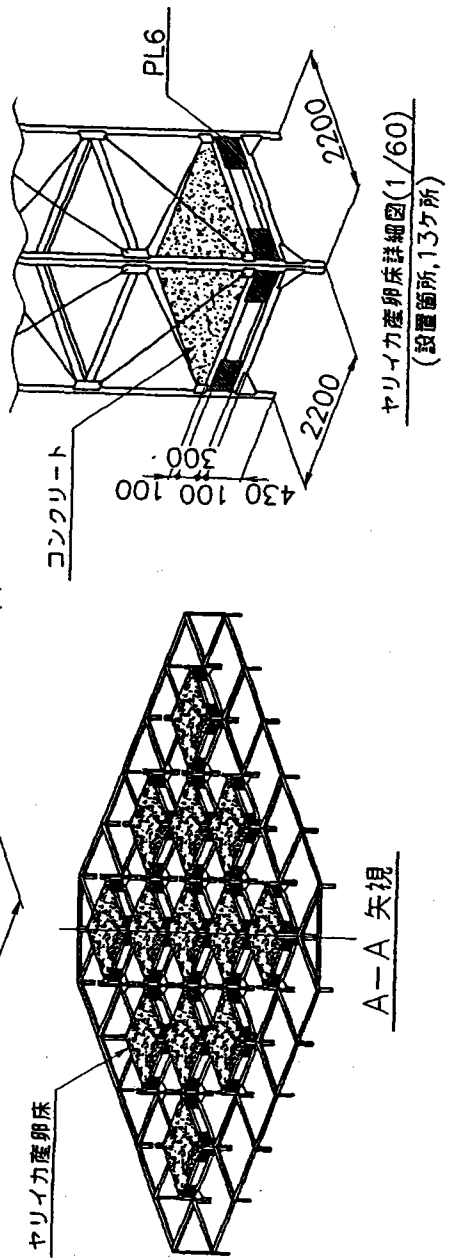
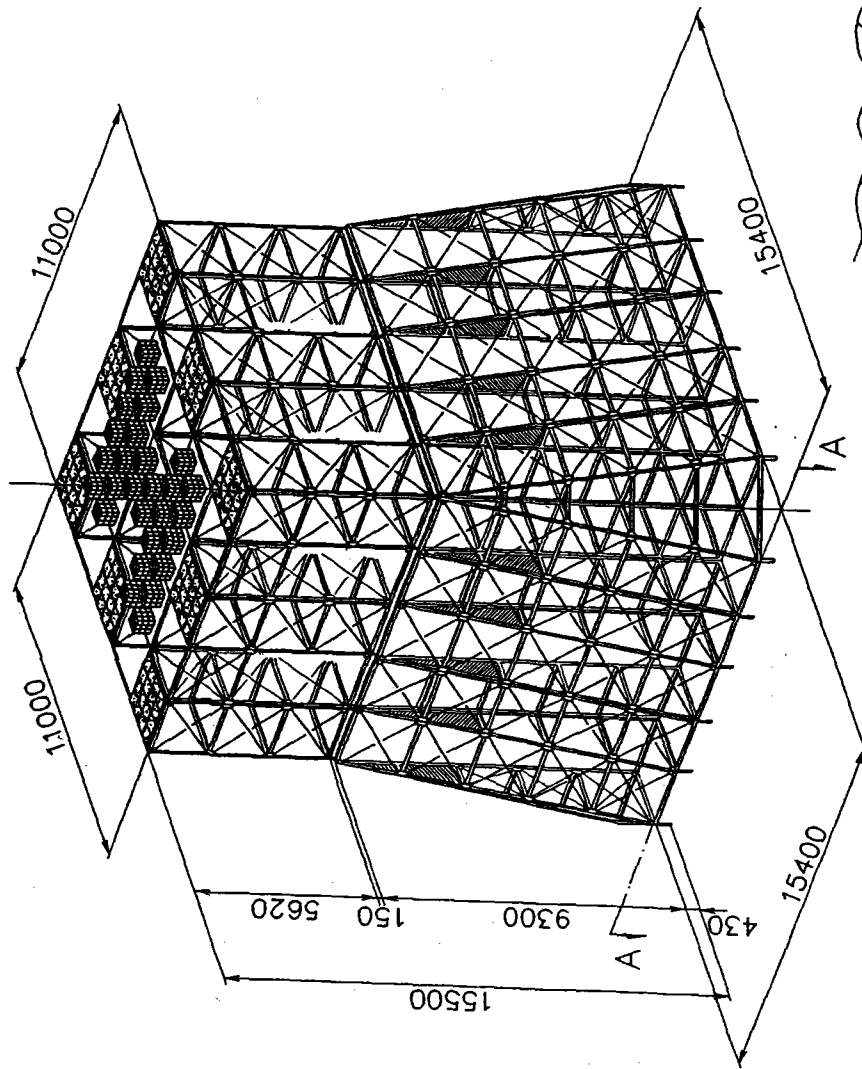


図15 人工礁体の結着基質とツルアラメ藻体の結着様式

図14 人工地盤礁(事業礁)鳥瞰図

標識を付し、予め葉長、葉幅、匍匐枝の長さを測定した。標識藻体については1999年2月から12月にかけて計7回、葉長、葉幅、匍匐枝長等を水中で測定し、生長の過程を調査した。

フシスジモクとヨレモクについては1999年3月19日に、風合瀬地先水深約5mから採取した藻体を、それぞれ16個の各辺50cm立方体のFRP製ホンダワラ結着基質に1基質当たり5個体ずつクランプを用いて結着し、試験施設にボルトで固定した。両種の結着藻体それぞれ8個体に標識を付し、予め主枝の長さ、主軸の長さ、茎の周囲を測定した。しかし、2000年1月に試験施設が崩落したため、調査は中止された。

7) 海藻の生育状況

a ツルアラメ

標識藻体の葉状部の生長は、個体差が大きかったが、設置後約5週間後の2月には、ほとんど全ての個体からは新たな匍匐枝が伸長し、それは5月には天板のコンクリート面に達した。葉長は藻体結着時には平均76.1mmであったが、7月には230mmに達したが、その後先端部から末枯れし、8月には131mm、10月には32.3mmまで減少して100mmを越える葉状体が認められなくなった。しかし、12月から再生して38.6mmとなった。また、子嚢斑の形成はいずれの個体にも観察された。1株あたりの葉状体の数は、藻体結着時に平均3.4枚であったが、5月までは平均4.3枚と大きな変化が見られなかったが、6月には平均7枚、8月には平均10枚と増加した。しかし、一時期10月に平均7.7枚に減少したが、その後12月には新たに再生する匍匐枝から子葉がみられるようになったため、平均8.9枚にまで回復した。匍匐枝の長さは藻体結着時に平均132mmであったが、2月には平均230mmに達した。この後は順調に伸長して5月には藻体結着時の約2倍の277mmとなり、8月には338mmとなり最大となったが、10月には一部の匍匐枝が先端から流失して78.2mmまで減少した。しかし、12月には急激に回復して243.5mmとなった。

b ヨレモク

1999年3月の施設への藻体結着時には、最大主枝長および主枝数は、それぞれ23.0cm-37.0cm、3本-13本で、それぞれ平均29.6cm、6.5本であった。その後の生長には個体差がみられたが、最大主枝長は漸減して7月に平均22.0cm、8月に18.8cmと減少した。10月までに標識藻体のうちの5個体が流失し、残りの3個体についても主枝がすべて流失して基部のみとなった。主枝の数は7月以降、個体によっては脱落と新たな発出が見られ、その数は増減したが、他の藻体では結着時より増加した。6月にはすべての標識藻体に生殖器床または卵が確認された。10月に藻体を結着した基質の近くに計50個体のヨレモク幼体が観察され、12月には、葉長2mm-12mmに生長した幼体が計95個体観察された。その天板面の3箇所における生育密度は10月から12月にかけて、10個体/m²から19個体/m²、12個体/m²から21個体/m²、7個体/m²から12個体/m²といずれも増加した。

c フシスジモク

最大主枝長および主枝数は、1999年3月の施設への藻体結着時には、それぞれ60.0cm-78.5cm、3本-13本で、それぞれ平均67.4cm、6.5本であった。その後5月まで主枝数は変化なかったが、殆どの標識個体の主枝は伸長し、主枝長の平均値が10cm増加して76.4cmとなった。6月には、いずれの標識個体でも主枝長は減少して平均57.3cmとなった。しかし、新たな主枝が茎から発出したため、主枝数は平均7.25と増加した。この時期には生殖器床または卵が認められた。その後、主枝は先端またはその基部から流失しはじめ、主枝長および主枝数ともに減少し、8月にはそれぞれ10.0cm-21.5cm、2本-8本で、平均15.3cm、4.5本となった。10月にはヨレモクと同様にいずれの標識個体も藻体結着部分から脱落して流失した。12月に葉長が1mm-5mmのフシスジモク幼体が藻体を結着した付近の施設天板面に計190個体の認められた。フシスジモク幼体は、ヨレモクのそれとは異なり、10月には観察されなかったが、12月に10-25個体/m²と、ヨレモクのそれに匹敵する密度で生育が認められた。

1) 海藻および底棲動物の施設への着生状況

施設天板上の海藻の生育は5月には緑藻5種、褐藻2種、紅藻3種が平均820g/m²の密度で認められ、

特にヒビミドロが 550g/m²と濃密に生育するのが観察された。それは 6 月まで卓越したが、7 月にはそれに代わってケヤリが 190g/m²生育した。8 月には緑藻 2 種、褐藻 1 種が平均 20g/m²認められ、その後海藻の生育は減少して 10 月にはほとんど生育海藻が認められなくなった。また、自然に加入した海藻によるツルアラメやホンダワラ類への影響はほとんど認められなかった。底棲動物は 5、6 月の調査時にはチビタマガイ 1 種が 10g/m²の生息が認められたのに対し、7 月にはアメフラシ、コベルトフネガイに加えアカフジツボ、サンカクフジツボが認められたが、アメフラシによる施設に結着した海藻の捕食は観察されなかった。アカフジツボは 10 月まで 920-2040g/m²が生息して卓越したが、12 月には死殻となって観察された。

ウ) 魚類の蝟集状況

確認された魚類は 14 種、計 898 個体で、ギンポ、キヌバリを除く 12 種、即ち、イシダイ、マダイ、ウミタナゴ、ササノハベラ、キュウセン、ウマヅラハギ、メバル、クロソイ、キツネメバル、ホッケ、アイナメ、マガレイは深浦沿岸で漁獲対象とされる種で、全体の 62%、557 個体であった (図 16)。

それらの蝟集する位置 (図 17) や季節は 5 月に施設の天板面を囲むようにホッケが約 100 個体、マダイが 5 個体認められ、基底板の上方にキツネメバル、メバル、クロソイ、ウミタナゴが、下方にはアイナメ、マガレイがみられた。6-7 月にもキツネメバル、メバル、クロソイなどのメバル類は、それぞれ 20-50 個体が同様に基底板付近に観察された。8 月にはメバル類が見られなくなったが、ベラ類、ウマヅラハギ、イシダイなどが 10 個体-15 個体観察された。10 月には、イシダイが施設の上部に、キヌバリが下部にそれぞれ約 200 個体、300 個体の魚群として観察された。12 月には、キヌバリが認められなくなり、イシダイ、ウミタナゴ、アイナメの 3 種が観察された。魚類は試験施設の中央部分または底板付近によく観察され、天板面で観察された魚類はギンポなどに限られた。しかし、試験施設中央付近に遊泳するウミタナゴ、ウマヅラハギ、イシダイが、天板面に結着した海藻測定中に天板面付近に移動し、作業によって巻き上げられた付着動物等を捕食するのが観察された。また、施設周辺に認められた体長 10 cm 以下の稚魚は、魚類全体の 36.5%、328 個体で、5 月にはメバル、7 月にウマヅラハギがそれぞれ 5 個体、7 月から 10 月にササノハベラが計 18 個体が観察されたが、出現した稚魚の 91.5%は 300 個体のキヌバリで 11 月に観察された (図 18)。

エ) ヤリイカの産卵状況

試験施設の底板部分のコンクリートパネルは、施設の安定と共に、その下面にヤリイカの産卵を期待して設計された。その結果、ヤリイカの卵囊が 1999 年 5 月に底板下面に 5 本、2000 年 1 月にはコンクリートパネルの下面 2 箇所 に 4 本と約 50 本、3 月には同様の位置に 2 箇所 に 20 本と約 200 本が観察された。

⑧ 中層浮体施設における調査

2000 年 1 月に試験施設が崩落したため、新たに海藻を結着した中層浮体施設を用いて魚類の生息に及ぼす効果を検討した。

直径 3.8m の FRP 製柱体と目合い 6 cm のテンサーネットからなる中層浮体 6 基に、2000 年 6 月に深浦町風合瀬地先水深 5m 前後にある天然群落から採取したオオバノコギリモクの茎状部を結着後、風合瀬地先水深 20m 及び 30m 地点に設置した (図 19)。浮体基質部分の水深が各々 5m、10m、15m となるよう土俵と浮きを用いて調整し、それにオオバノコギリモクを 1 基当たり約 30 kg になるようそれぞれ 119-138 個体、計 757 個体を結着した。結着した藻体の湿重量は平均 253.3g、主枝数は 7.1 本である。試験開始後 1、2、3、4 週間後の 6 月 19 日、7 月 3 日、10 日、17 日にそれぞれの浮体に集まった魚種、個体数、全長を目視観察し、また、一部採取して体長、体重を求めると共に、胃内容物を観察した。

水深 15m の浮体に結着した藻体は、気泡が収縮して十分に直立しなかったが、10m 以浅の浮体では藻体が直立して天然群落と似た生育状況を示した。また、結着藻体は、いずれの浮体からもほとんど脱落することなく試験終了時まで 98% 以上基質に残った。藻体は 7 月以降に成熟し、一部の主枝は脱落、流失したものもあった。そのため、試験終了時の藻体湿重量は 16.8 kg-24.1 kg と試験開始時の約 3 分の 2 に減少した。

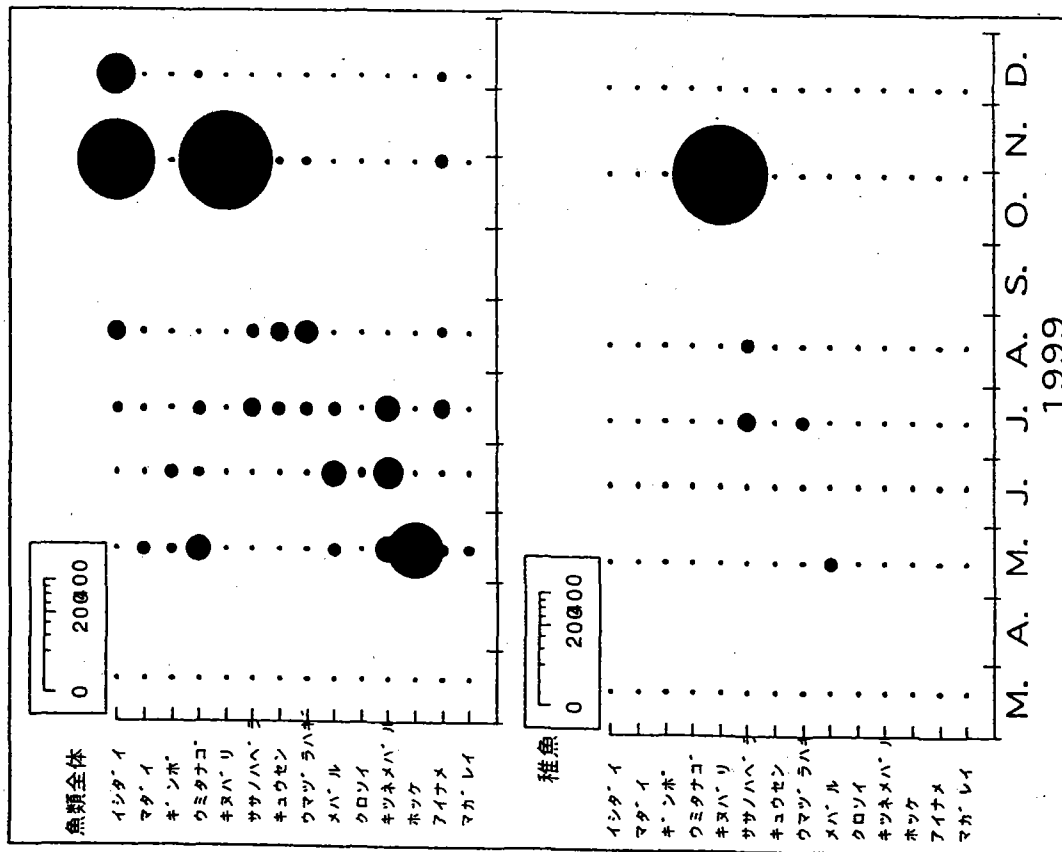


図16 試験施設における魚類出現個体数の周年変化。

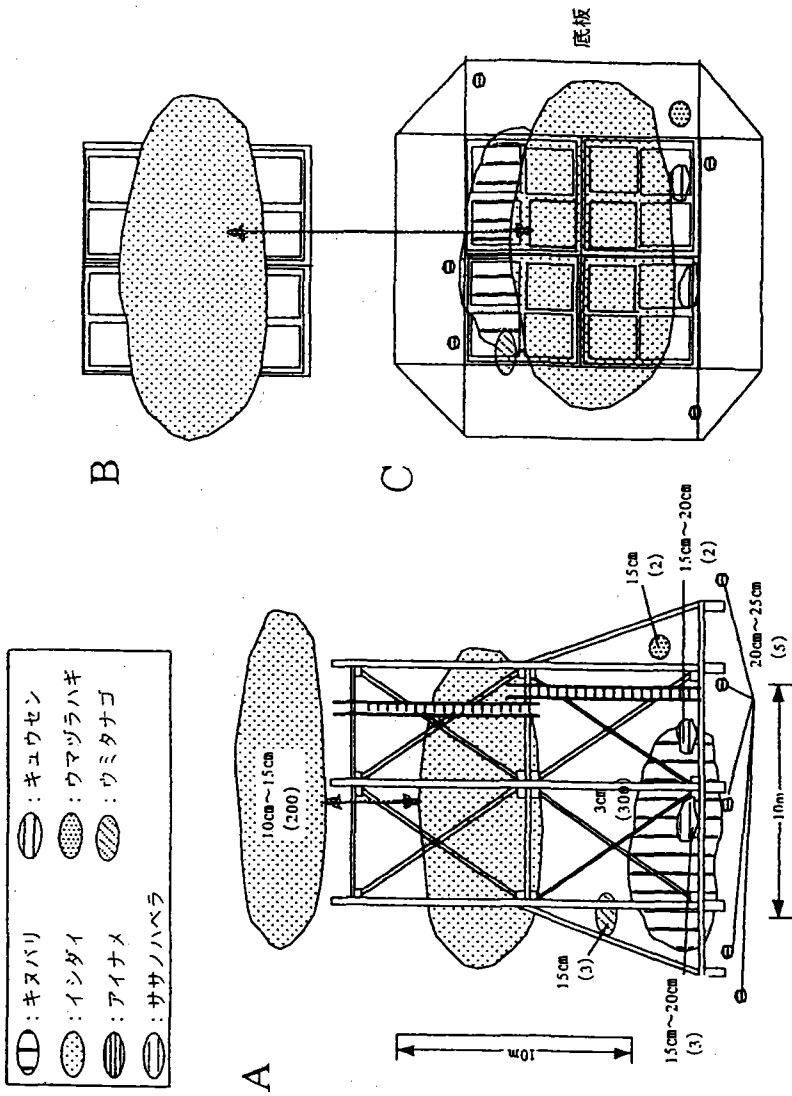


図17 試験施設における出現魚類の遊泳位置の1例 (1999年10月30日)

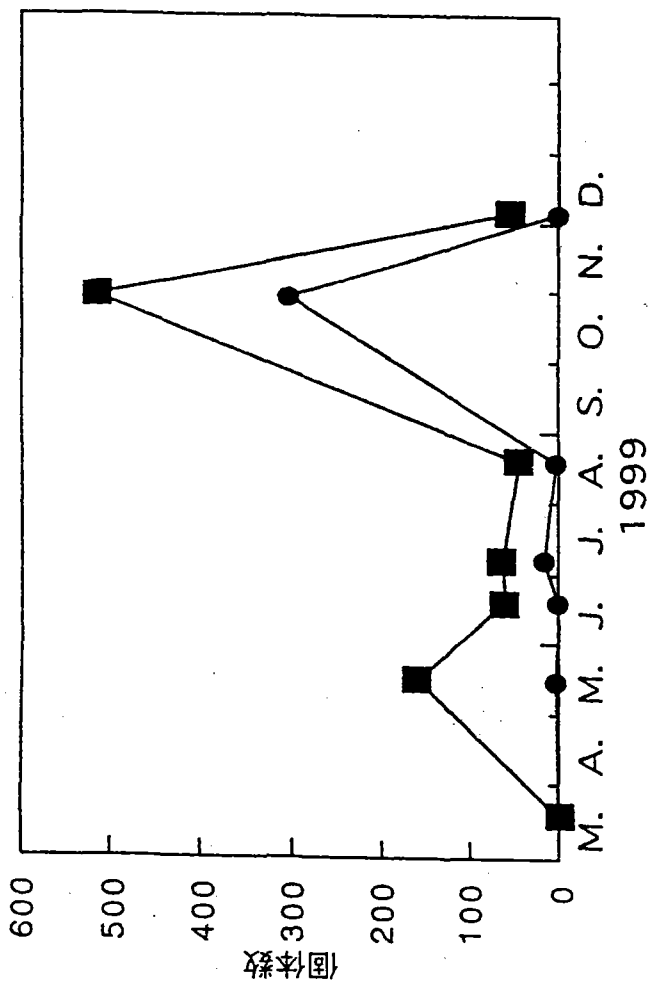


図18 試験施設に出現した成魚および稚魚出現個体数の周年変化。
 ■：成魚と稚魚の個体数、●：稚魚の個体数。

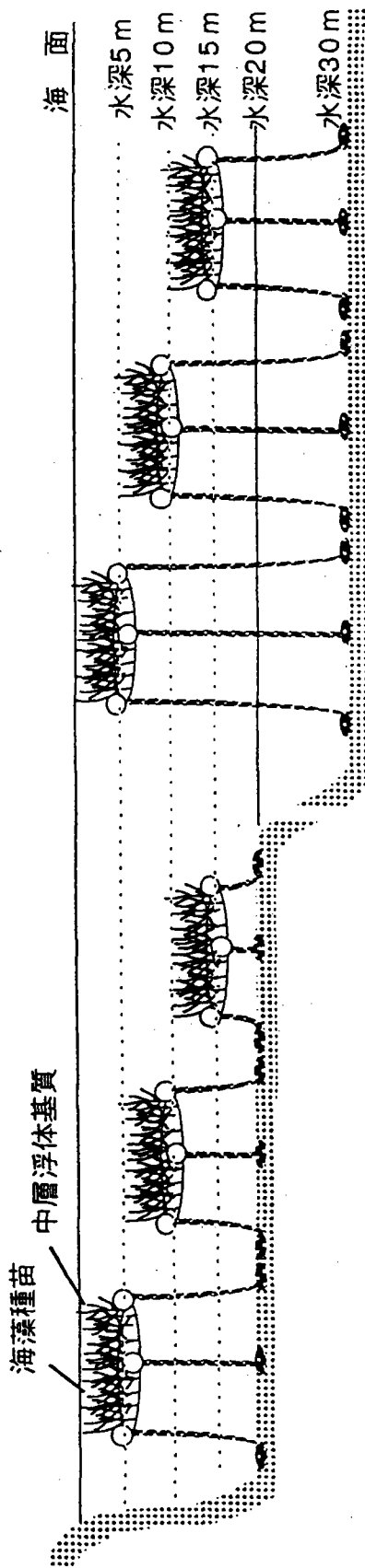


図19 中層浮体施設の海中設置概念図

水深 20m地点に設置した 3 基にはウスメバル、メバル、ウマズラハギの 3 種、水深 30m地点に設置した浮体にはそれらに加えてアヤアナハゼの計 4 種が見られた。アヤアナハゼは浮体近くの海底に多くの個体が認められたが基質には数個体が認められた。ウマズラハギは全長約 20 cmの成魚が浮体とそれを係留するロープ部分を遊泳するのが観察され、水深 20m及び 30m地点に設置した浮体 3 基に 26 個体および 17 個体が見られた。ウスメバルとメバルはいずれも全長 3-6 cmの稚魚が見られ、結着した海藻周辺に群をなし、ダイバーの接近に伴い藻体の間隙や、基質底面に移動するのが観察された。メバルは水深 20m地点に水深 5mになるように設置した浮体には 4 個体、30m地点に水深 5m及び 15mになるよう設置した浮体にそれぞれ 20 個体および 1 個体が認められた。それらはいずれもウスメバルの魚群に紛れるように観察された。ウスメバルは設置したいずれの浮体にも見られ、水深 30m地点の浮体では観察全魚類の 422 個体中の 92.4%、水深 20m地点では 988 個体中の 96.2%を占めた。各浮体に集まった体長 10 cm以下の稚魚はいずれの水深の浮体でも 85.5% - 99.8%を占めた。

浮体へ蟻集したウスメバル稚魚の個体数は施設設置後 2 週目に、いずれの水深とも最も多くなったが、水深 20mの海底に設置した浮体では、浮体位置が 15mで最も多く集まり、水深 20mの海底に設置した浮体では、浮体位置が 5mで最も多く集まった。各浮体に集まった 35 個体のウスメバルについて体長、体重、胃内容物を調べた結果、橈脚類がほぼいずれの個体にも観察され、橈脚類は極一般的にこの種の餌料とみなされた。このほかに、甲殻類のメガロパ幼生、魚類稚魚なども認められた。この浮体に蟻集したウスメバルは菊谷ら (2000) の式 $SL = -7.44614 + 0.48836D$ ($r = 0.8799$) 体長 (SL, mm) 日齢 (D、産仔後日数) に当てはめると 77 日齢-157 日齢で平均 117 日齢と計算されるため、2 月 - 3 月頃青森県以南で産仔され、潮流によって当該海域に運ばれたものと推察された。

⑨施設の評価

ア) 造成藻場と群落の維持

試験施設に結着したツルアラメは、おおむね天然群落のそれと同様の季節的消長が認められ、ほぼ 1 年間個の試験期間ではあったが、匍匐枝は順調に伸長増加しそれに伴って個体群の増加が予測され安定した群落形成が見込まれ、本試験施設のような深所でもじゅうぶんに藻場造成には適すると見なされた。

ヨレモク、フシスジモクは、いずれも 10 月には主枝が流失したが、8 月まではおおむね天然群落と同様の季節的消長を示し、6 月には生殖器床が形成され、10 月-12 月にかけて幼体が観察された。水深 5m前後の天然藻場では 10 月にフシスジモク、ヨレモクの幼体が観察されており、それに比べ発生時期が遅いものの、10 月より 12 月に発生密度が増加したことから、比較的高い幼体の生残率と新たな幼胚の加入が考えられる。調査海域沿岸では、水深 5m以浅にヨレモク群落を観察され、15m以深では群落を認めることは希である。しかし、本結果から、水深 15m前後の深所においても、幼胚が供給されれば生育できると考えられた。

ツルアラメ、ヨレモク、フシスジモクのいずれの種もそれぞれ 6 年、8 年、7 年まで生育する多年生として知られ、造成された藻場は安定した群落が維持されるものと考えられる。

イ) ウスメバル稚魚の保護育成効果

試験施設には十数種の魚類が集まり、魚礁効果が確かめられたが、ウスメバル稚魚については観察されなかった。しかし、天然藻場やホンダワラ類を結着した中層浮体にはウスメバル、メバルなどのメバル類を含む稚魚が良く集まった。水深 30mの海底に高さ 15mになるように設置した中層浮体は鋼製試験施設と同じ位置にあるが、中層浮体には比較的多量のホンダワラ類を結着させたものであった。したがって、ウスメバル稚魚の蟻集には、ある程度の量と密度が形成される藻場空間が必要と考えられた。

中層浮体には、設置後 1 週間目に 1 基当たり最大 250 個体のウスメバル稚魚が蟻集した。また、1 基当たりの蟻集密度は 1.76 個体/m²-26.5 個体/m²と天然藻場で観察された最大蟻集密度 (0.6 個体/m²) より高い値を示した。したがって、施設周辺に藻場が見あたらない環境に藻場を造成することによって、稚魚を効率的に蟻集させることができると考えられた。中層浮体に蟻集したウスメバル稚魚は、水深 30m地点に設

置した施設で、海面に近い水深 5mの浮体に 100-300 個体と特異的に多くの稚魚が見られ、そのサイズや浮体施設への蛸集状況から、流れ藻への随伴する浮遊から着底への移行期にあたるものと考えられる。また、中層浮体に集まった稚魚の胃内容物には橈脚類が確認され、海藻周辺を遊泳稚魚は、潮上からのプランクトンを補食する様子が観察された。したがって、適切な場所、水深に、適切な空間を持つ海藻群落を形成させることによって、ウスメバル稚魚の隠れ場、策餌場を造成できると考えられ、浮遊期から着底期にかけての稚魚の生残、成長を向上させる可能性が推察された。

ウ) 魚礁効果

試験施設には、12 種の有用魚類が蛸集した。これを全国沿岸漁業振興開発協会 (2000) が示す魚礁における魚群の分布様式から本鋼製試験施設に出現した魚種を分類すると、I 型の魚礁に体の大部分、もしくは一部を接触させている種にアイナメが、II 型の体を魚礁に接触させることは少ないが、魚礁に極近いところに位置する種にマダイ、インダイ、メバル、クロソイ、キツネメバルが、IV 型の主に魚礁周辺の海底に位置する種にマガレイが含まれる。これらのうち特に魚礁性が高いとされる I 型および II 型の魚種が比較的多いことがわかる。魚群の分布様式によって、人工魚礁に求められる構造、形状が異なることが、最近示されており (全国沿岸漁業振興開発協会 2000)、試験施設に蛸集した魚類のうちメバル、インダイ、ソイ類、アイナメ類、クロダイ、ベラ類には小型空間を、ウミタナゴ、ウマヅラハギ、ウスメバルには高さが、マダイ、マガレイには広がりそれぞれ必要とされる。試験施設には適切な小型空間、高さ、広がりがあり、それら魚種が蛸集したものとみなされる。さらに蛸集効率を高めるためには、海藻を生育させることにより、魚類蛸集状況の変化が分るように、魚礁としての形状を単純に設計しているが、より複雑化にすることにより、メバル、ソイ類、アイナメ類等の小型空間を好む、地域の重要魚種の蛸集効果を高めることができると考えられる。また、施設を高くまたは広がりを持たせることによりウスメバルやカレイ類の蛸集を高めることができると考えられる。

エ) 付着生物

1 年未満の短期間の観察ではあったが、付着生物の施設機能低下に及ぼす影響については観察し、海藻は、計 10 種が夏季に出現したが、冬季には減少し藻場造成に支障をきたす状況は認められなかった。また、植食性動物のキタムラサキウニなどの施設への付着もアメフラシ 1 個体のみであった。しかし、試験場所周辺では、キタムラサキウニ、サザエが高密度の生息する場も認められる。また、その他付着動物による基質の占有など、長期間には施設の天板面にそれら発生の可能性も考えられる。施設機能を維持するためには、適宜、種々の管理が必要である。

ウ) 期待される漁業生産上の効果

以上の天然藻場と施設の調査結果から、施設に期待される漁業生産上の効果を模式図にまとめた (図 20)。

施設人工地盤面に繁殖した海藻群落は藻場を形成するに伴って、浮遊期から着底期におけるウスメバル稚魚が蛸集すると考えられ、海藻の生育サイクルに随伴した稚魚の成長が推察され、春季から夏季までの期間、海藻に付着、またはその周辺に生息する小型動植物が餌となり、海藻群落の空間は隠れ場となるなど魚類の稚魚から成魚に到る生育場としての利用が期待され、それらの増殖、拡大に効果があると考えられる。

施設の本体部分にはタイ類、ホッケ、ウマヅラハギ、メバル類などが、下板周辺にはクロソイ、キツネメバル、アイナメ、カレイ類など、いずれも水産業上有用魚種の成魚が蛸集、生息した。さらに、対象魚種の特性に応じた適切な小空間、高さ、接触面、広がりを施設に付加することによって、漁獲漁場の拡大が期待できると考えられる。直接的な有用種ではないギンボヤやキヌバリも施設には蛸集したが、それらはアイナメ類の餌料として捕食されていることも確かめられ、小魚の蛸集による有用魚種の成長促進が期待できる。施設の下板面にはヤリイカの卵囊が認められたが、その観察時期からは春産卵群とみなされた。これから、施設に適切な産卵面を付与することによって、その資源添加効果が期待できる。

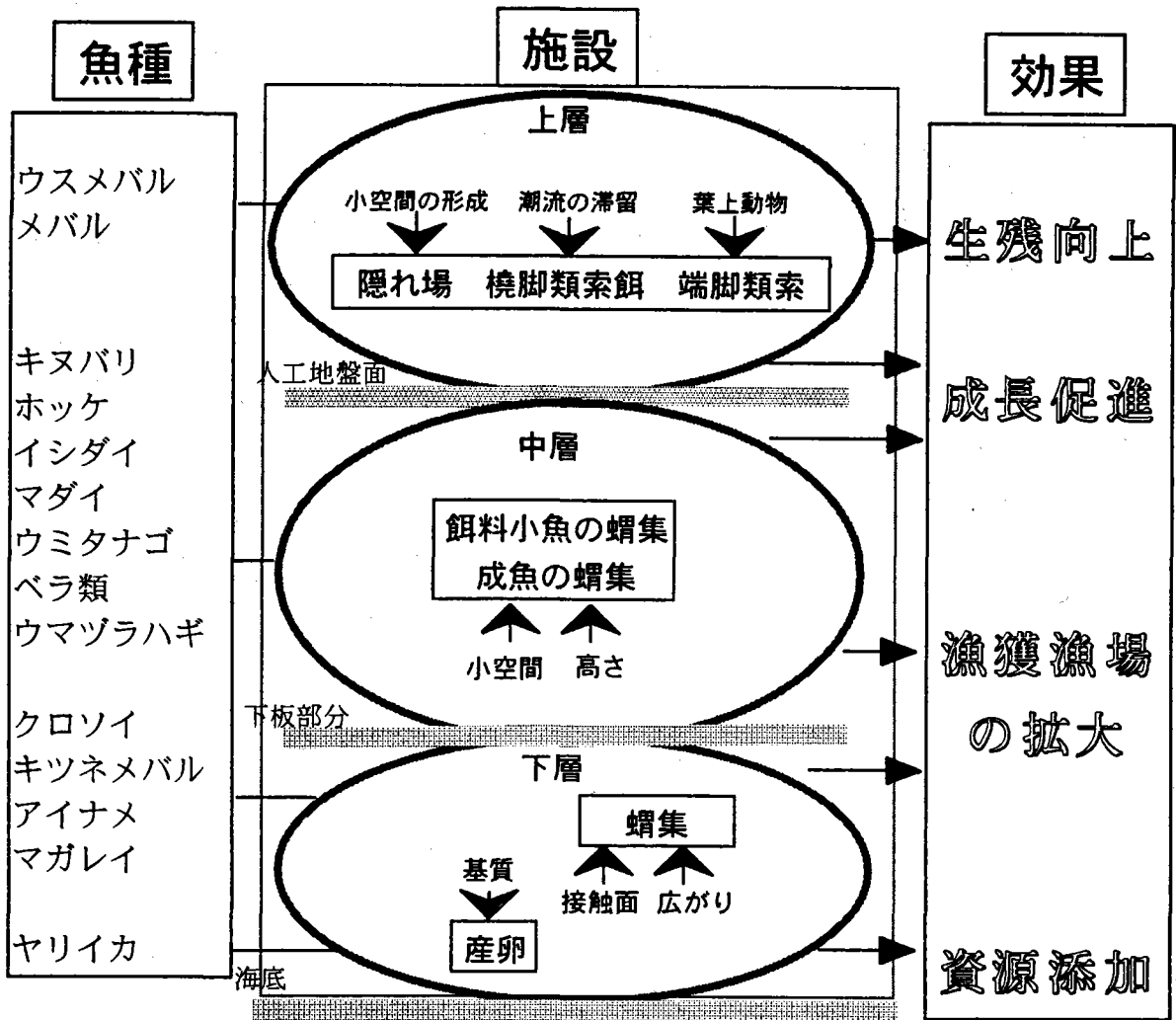


図20 施設設置によって期待される有用魚種生産上の効果

(11) 深浦町の漁業生産構造とその将来展望

深浦町の漁業生産の担い手の中心となっているのは、底建網、一本釣り、イカ釣りなどを営む自立的漁家漁業層と、大型定置網および沖合底びき網である。このうち、自立的な漁家漁業層は底建網の堅調な漁獲に支えられ、比較的安定している。大型定置網も比較的安定的に営まれているように思われる。ただ、イカ釣りに関しては、資源状態の問題ではなく、価格の低落傾向が依然続いており、その存続はかなり厳しいものがある。また、沖合底びき網に関しては、全国的にみても珍しい共同経営によってそれなりに安定した操業が行われているものの、活魚への対応などはおこなわれておらず、その漁労技術体系や船型も大きな進化がおこなわれているわけでもない。とはいえ、沖底の場合、新規投資が積極的に行われているわけではないので、減価償却費がかなり圧縮されており、経営的な観点からは安定していると評価しうる。

本論中にふれたように、深浦町の漁業生産構造は、業種別・地区別にみれば事情は多少異なるものの、総体的にみれば比較的安定したものとなっている。とはいえ、就業者の高齢化は着実に進展しており、長

期的にみると、現在の生産構造が維持されるかどうかはわからないというのが正直なところである。資源はあっても漁獲する漁業者がいない、もしくは漁獲したとしても流過程に漁獲物をのせることができないという事態が起こりうるかもしれない。このことは、深浦町に限らず、わが国の沿岸漁業一般にいえることでもある。

(12)漁獲物の流通をめぐって

本報告書では、ウスメバルとヤリイカという深浦町の特産物的漁獲物を中心に、その流通・市場の現状の把握を試みるとともに、あわせて、産地における水産物流通構造の分析をおこなった。

近年、産地市場における競争構造が変化し、一部業者による買い手寡占的状况が発生しているのであるが、このことが産地仲買業者による旧来的な意味での買い占め（過剰利潤の稼得）をもたらしているわけではない。むしろ、全国的な競争の激化のなかで、大手産地仲買業者は「情報産業」化が顕著になっていることは重要であろう。その意味で、本論中でも指摘されているように、産地の漁協市場の一次価格形成機能は低下せざるを得なくなっている。こうした動きはイカ類にとりわけ顕著である。

ウスメバルとヤリイカのいずれもが、広域的に流通する（このことは、深浦町が他の産地と厳しい競合関係に立たされていることでもある）漁獲物であるものの、総じてそのマーケットは東京・首都圏を中心に東北日本に偏っており、全国的な市場性を十分に備えているわけではないということも指摘されている。

(13)深浦町における水産振興の方向について

本調査によって得られた知見をもとに、現行の漁業生産の構造が大きく変化を余儀なくされるということは当面はない（＝大不漁が継続したり、大規模な自然災害が発生したりしない）という前提のもとに、水産物の市場・流通を中心に、深浦町の水産振興の方向に関する若干の提言をおこなって本報告のむすびとしたい。

深浦に限らず、現在の沿岸漁業の最大の問題のひとつが、魚価の低迷にあることはいまをまたない。デフレ・スパイラルに突入したとさえいわれる昨今の経済事情を前提とすれば、魚価の低迷基調そのものを一産地が転換する可能性は、残念なことに、ほとんどないといわざるを得ない。とはいえ、こうした経済情勢のもとにおいても、限られた範囲であるとしても、何らかの政策的手段を講じることで多少なりとも状況の改善を図る余地もないわけではないだろう。

ここで具体的な政策提言をおこなうだけの材料も力量もないが、いくつかの方向性は確認することができよう。

まず第一は物流の合理化である。具体的にいえば、産地市場ないしは市場業務の統合ということが考えられる。上述したように、今日の産地市場は価格形成機能を喪失しつつあり（とりわけ広域流通する漁獲物に関しては）、いわば産地市場の「集配センター」化とでもいうべき変化が進行しているように思われる。とすれば、個別的・分散的な市場業務を同一の地区内でおこなうよりも、一カ所で集中的におこなうほうが漁獲物を量・質ともにまとめたかたちで流通にのせることが可能である。

さしあたり、ウスメバルの市場・流通においては、小泊漁協の「海峽めばる」の事例が参考になるが、「海峽めばる」が深浦産のメバルと顕著に相違があるわけではない（深浦産メバルの一部が小泊産「海峽めばる」に化けている可能性もないわけではない）。本論のなかで指摘されたように、「海峽めばる」が一定の銘柄の確立に成功したのは、その品質もさることながら、量がまとまっていることから、規格（品質）が揃っているというところにあるように思われる。「海峽めばる」の後追的にこうした「ブランド」化が可能かどうかはわからないものの、少なくともある程度の量を集約し、規格化・選別化が十分になされる必要があることは確かであろう。ただ、こうした試みは、漁業者ないしは漁協だけで成し遂げることは難しい。産地仲買業者との強力な信頼とパートナーシップを確立する必要もあるように思われる。

次に、商品開発ないしは市場開拓という視点からのアプローチも考え得る。本論のなかでふれられているように、青森県は水産物消費の盛んなところである。にも関わらず、メバルやヤリイカが津軽の特産物的水産物であるという認知度はそう高くないのではなかろうか。

漁獲量との見合いでいえば、ウスメバルにせよ、ヤリイカにせよ、その主力となるマーケットは県外市場に求めざるを得ないことは確かであるが、こうした主力となるマス・マーケットと地元消費というサブ・マーケットの両方を複眼的に確立していく必要があるのではないだろうか。観光開発による水産物消費の拡大という戦略はしばしば用いられるところであるが、青森県にきた観光客がウスメバルなりヤリイカを青森県の特産品と認識することは、主力マーケットである県外市場への波及効果も考えられる。観光と地元産品の認識度の向上が有機的に結合することは重要であろう。

観光との関係でいえば、盛漁期と観光のピーク期との時期的格差の解消も重要な課題のひとつであろう。海岸部への観光客入り込みのピークは夏である。ところが、メバルは別として、一般的に夏は漁獲の端境期にあたるケースが多い。新鮮な魚介類を期待した観光客が期待を裏切られることになる。このことについてはいかんともしようがない部分があるのだが、このギャップをある程度埋めることができるのが水産加工品の開発であろう。周年にわたって供給でき、かつ、その地域的特性を十分アピールでき、さらには付加価値も高く地域の町おこしにも有効であるような商品開発が求められる（ことがそんなに簡単にはいかないことは承知の上ではあるが）。

以上、簡単に、水産振興の方向についてふれたが、何よりもまず安定した漁獲がすべての前提条件であり、その意味で漁場造成、資源培養・増殖という課題が重要であることはいうまでもない。

(14) 漁場整備開発推進体制の検討

① 推進体制・管理体制調査

ア) 並型魚礁設置事業

a 推進体制について

共同漁業権内に魚礁漁場の開発を主とし、付带的に藻場造成やウスメバル、ヤリイカの増殖を期待するのであれば、並型魚礁設置事業で対応することになる。その際は事業実施共同漁業権を管轄する深浦町内沿岸漁業協同組合が深浦町と事業費負担や完成後の管理体制等について種々協議を行い、県の指導を仰ぎながら計画を作成し、国に事業申請することとなる。(図 21)

b 管理体制について

事業実施主体である深浦町が中心となり、利用漁協を指導しながら、利用漁業者の協力を得て管理し、その状況を、県を通じ国に報告する形となる。

水産庁の指導により、平成 12 年度の実績報告から並型魚礁については、対象魚種ごとの計画漁獲量と直近の漁獲量、対象漁法ごとの計画受益戸数と直近受益戸数を報告することになり、事業完了後の利用状況把握と、施設の涵養効果機能維持のための付着生物除去等が主たる管理内容となる。(図 22)

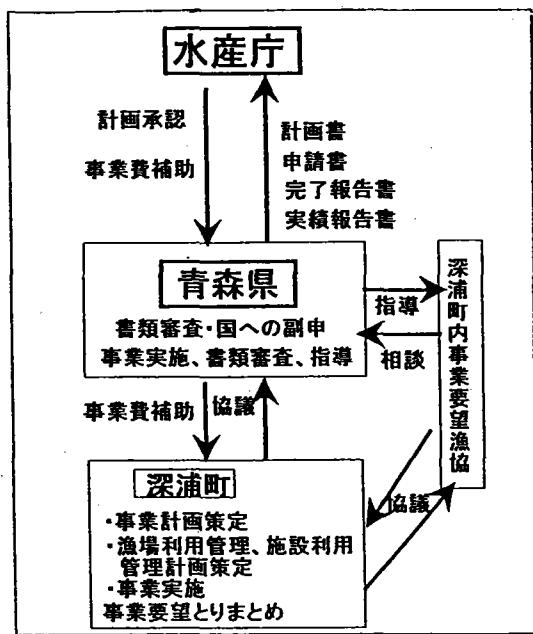


図 21 漁場整備開発推進体制

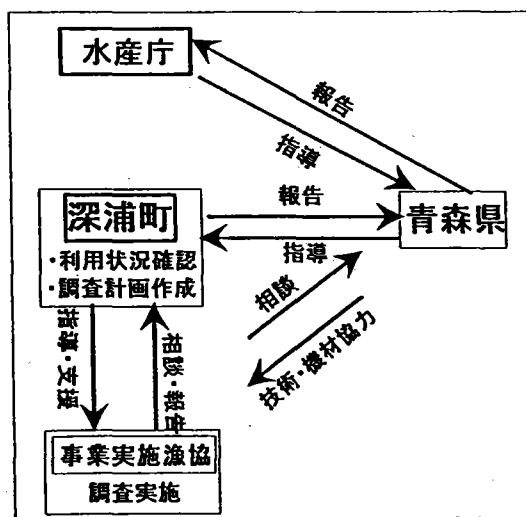


図 22 漁場施設管理体制

1) 大型魚礁設置事業、広域型増殖場造成事業

a 推進体制について

ウスメバル、ヤリイカを対象とした増殖場として施設整備するのであれば、対象魚種の行動範囲から受益範囲が広域に及ぶので、県営事業の広域型増殖場造成事業として実施することになる。既に青森県日本海側地区においては、西北水産振興協議会という漁業協同組合からなる組織が設立されており、深浦町4漁協もそこに所属していることから、漁業調整についてはそこで審議することとなる。(図 23)

b 管理体制について

深浦町及び深浦町4漁協は、青森県日本海沿岸漁場整備開発推進協議会（事務局鰺ヶ沢町）という組織に所属している。当組織は青森県日本海側の沿岸漁場整備開発事業の推進と施設利用管理を目的に設立されたものであり、広域型増殖場であれば当該協議会の活動の一環として、施設利用、機能効果発揮維持のための諸管理を実施することとなる。(図 24)

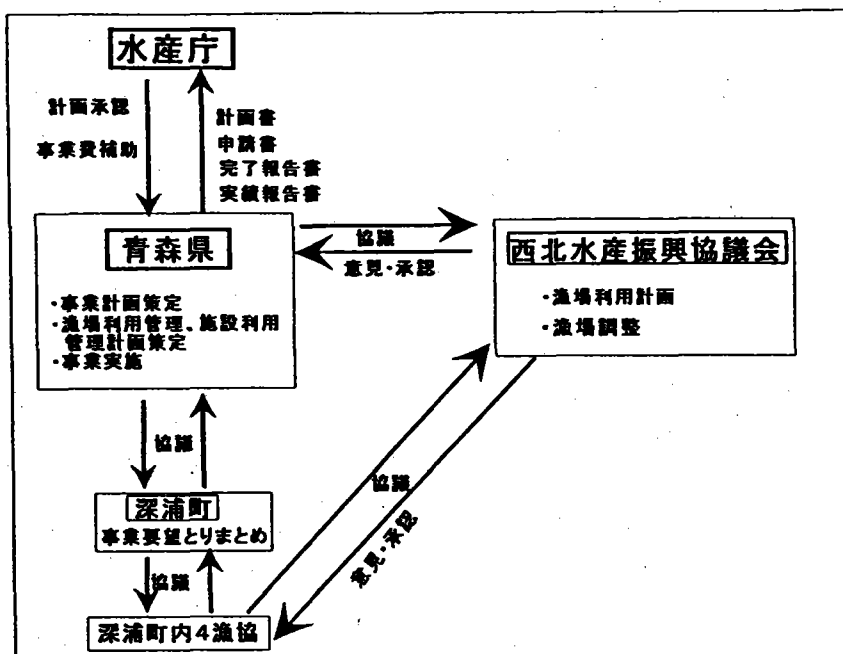


図 23 漁場整備開発推進体制

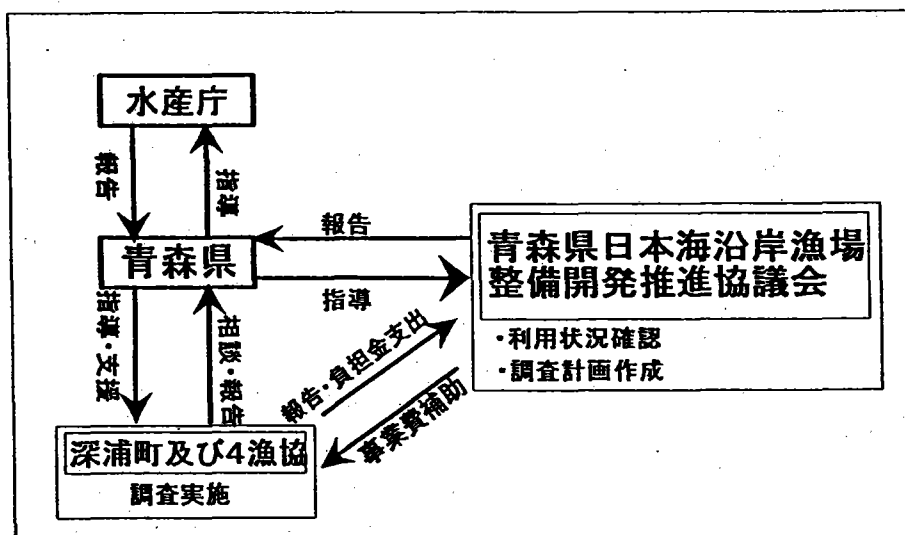


図 24 漁場施設管理体制