

中層増養殖施設の開発

水産工学研究所 水産土木工学部
漁場施設研究室 高木儀昌・内山裕三
大村智宏
環境分析研究室 木元克則
共同調査機関：新潟県水産試験場
調査実施年度：平成4～6年度

調査目的

浮魚礁はロープ、ワイヤー、チェーン等の係留索によって海表面や海中に礁体を保持し、浮魚類の増集促進を図る目的で設置される浮体施設であり、浮魚礁の設置水深、浮体形状により表層型、中層型及びその複合型に大別される。高知県、宮崎県、沖縄県、徳島県やマリノフォーラム21などが浮魚礁の実用化のための様々な形態の浮魚礁の現地調査（浮魚礁に増集する浮魚類の漁獲調査、係留力特性や運動特性）を行っている。

本研究では、小型で軽量、なおかつ扱い易い化学繊維ロープを素材とする中層浮魚礁を対象とし、実際の波に対する応答、係留力特性や耐久性に関する調査を行うことで実海域に適用が可能な設計法を確立することを目的に、化学繊維ロープの素材別耐久性を中心とした調査を実施した。また、浅海域に設置された中層礁への浮魚類の増集特性を明らかにし、増殖対象魚であるヒラメの餌料となる生物を積極的に集める中層浮魚礁と底設増殖礁を組み合わせた増殖場造成手法の可能性を検討した。

なお、本調査は新潟県との共同調査として実施したもので、新潟県および水産試験場の多大のご協力に感謝するものである。

調査海域と試験礁

調査は、新潟県水産試験場が長期にわたりヒラメに係わる試験研究を実施している新潟県村上市岩船漁港沖合の水深10m～25mの範囲とした（参照図1）。本海域は、新潟県沿岸域の中でも着底期のヒラメ稚仔が多く分布する海域であり、幼稚仔期における増殖礁の意味を検討するには適した海域である。

試験礁は、従来からヒラメ増殖場造成に使用されている十字礁を底設型増殖礁とし、これをアンカーとして化学繊維ロープを主体とした中層浮魚礁（以降中層部という）を取り付けたものを中層増殖礁として使用した（図2-1）。中層部の基本的な構造は、円柱状に組んだナイロンロープと浮力体であるフロートよりなり、主係留索により十字礁に取り付けている。

現地では、中層部の係留索の長さが5、10、15mと3種類のものを用意し、5mおよび15m型を水深25mに、10m型を水深20mに平成4年6月18日に設置した。さらに、中層部を取り付けていない、十字礁を水深15mに設置し、平成4年度は調査を実施した。しかし、平成5年度当初調査海域の事前調査を実施した際、水深15mおよび20mに設置した中層増殖礁の十字礁部は砂中に埋没し、水深20mの中層浮魚礁は流出していることが確認された。また、25m地点に関しても、中層部は健在であったが、アンカーとしている十字礁については脚部の大半が砂中に埋没していた。

平成6年度では、中層部の耐用年数問題の解消及び流失対策として中層部を鋼製の檣に変更した餌料生物増集機能付十字礁（図3）をこれまでの位置から北方に1km移動した新潟県実験礁に隣接する

水深25mに設置し、この魚礁を利用して継続調査を行った。なお、設置は平成6年7月6日に実施した。

調査方法

1. 蛸集生物調査

試験礁への生物（主に魚類）の蛸集状況の把握は、潜水による視認を基本とし、魚種毎にその観察場所・大きさ・尾数を記録した。また視認によって確認が難しい異体類に関しては潜水者による水中囲い網方式（水工研開発）を採用した。調査に使用した網は、網丈1m、網長20mで、海底を円形に20㎡程度囲うことができるもので、主にヒラメ等の異体類の採捕あるいは計数に用いた。

2. 蛸集生物の行動観察

中層増殖礁の目的は、魚食性に転換したヒラメ幼魚の餌料である小魚を積極的に蛸集させ、餌場を提供することにある。したがって試験礁の効果を確認するためには、試験礁周辺における小魚の行動およびヒラメの利用形態を観察することが重要と判断し、映像による調査を実施することとした。しかし、潜水者による調査では、潜水時間に制限があり、また時間内で観察できる確率は低く、潜水者の行動が各魚種に与える影響も懸念された。そこで本調査では水中カメラ（有線、無動力）を使用した長時間の観察とビデオ記録を併用した。なお、観察および記録は試験礁のマーカースイッチに船を係留し、船のエンジンを停止した状態で小型エンジン発電機のみを使用し、小型ビデオデッキを用いて行った。

3. 漁獲試験

水中カメラによる撮影では、画面に映った魚の種類、おおよその群れの規模及び行動状況等の把握は可能であるが、各個体の大きさと重量を算定することは不可能である。。そこで、蛸集魚類の体長・体重測定を目的とした漁獲調査を実施した。漁獲方法は、釣りをを用い、仕掛や餌を代えることで多くの蛸集魚を漁獲できるように工夫した。

4. ロープの耐久性試験

中層部に使用可能な各種ロープ部材の海水中での耐久性を検討する目的で、同じ径の4種類のロープ材（以下遮蔽索という）を図2-2に示すように連結索間に取り付けた。このロープは、中層部の遮蔽（面積）部分を増加させ、浮魚礁としての認知を増大させる効果もある。

これら取り付けた4種類のロープを、試験礁設置後一定期間（1年程度）毎に回収し、残存強度を測定する。この結果から、素材別の強度劣化度を算定するとともに、実用的な素材を検討する。

調査結果

1. 海中での施設の設置状況

平成4年度に設置した中層部付き十字礁3基（5m、10m、15m型）および十字礁1基は、設置当初は洗掘・埋没も無く安定した状態であった。しかし、平成5年度の事前調査時で、水深20mに設置した10m型中層部付き十字礁1基と水深15mに設置した十字礁1基は、設置位置からは確認できなかった。ただし、水深15mに設置した十字礁については、設置位置からマーカースイッチが発見され、取り付けロープが海底から立ち上がっていたことから、砂中に埋没したものと判断した。直接調査にあたった潜水者が1m程度砂を掘り返し確認を試みたが、ロープ以外は発見できず、設置当

初から3 m以上（十字礁高さ2 m）埋没したものと推察した。水深20 mに設置した中層部付き十字礁に関しては、マーカーブイが発見されなかったため、推測のみであるが、水深25 mに設置した中層部付き十字礁2基（5 m、15 m型）の十字礁部が1.5 m埋没していたことから、十字礁部は埋没し、中層部は底曳網等漁業操業によって流失したものと考えられる。

設置後2年経過した時点では、水深25 mに設置した2基の中層部付き十字礁も、2基とも設置位置では確認ができなかった。しかし、探索の結果、イナダの群れが長時間滞留する海域が当初の設置位置から200 m程度離れた場所に存在し、潜水の結果5 m型の中層部のみであるが発見できた。

平成6年度に設置した鋼製櫓付き十字礁2基は、設置当初も設置後1年経過した現在も、洗掘・埋没もほとんど無く、安定した状態である。このことは、平成4年度試験礁の状況とは大きく異なっており、設置位置による相違、すなわち河口沖合（荒川）であるかどうかの違いが、埋没に影響していることが示唆された。

2. 生物蝟集状況調査

(1) 生物蝟集状況

平成4年度および平成5年度において試験礁で確認された魚類を表2～5に示した。なお、蝟集魚数の把握にあたっては、透明度が悪い場合や魚群が試験礁から離れている場合等映像による計数にはまだ問題が残るため、潜水者の視認により個体の判別、計数されたものである。

これらの結果から夏から秋にかけて本海域では10種類以上の魚種が観察され、中でもマアジの蝟集が際だって多いことが判る。また、マアジに比べて量的には劣るものの、マダイ、チダイ、ウマヅラハギ、ブリも多く観察されている。

平成5年度調査では、水中カメラによる蝟集魚類調査も実施した。その結果、潜水調査では確認されない魚種（7/23：ブリ、クロダイ、チダイ、7/25：チダイ）が観察され、量的に異なった魚種（7/25：ウマヅラハギ、8/30：ブリ）を確認した。特に、7/23および7/25においてチダイは、潜水調査では観察されていないのに対して、水中カメラによる観察では確認できたことは、魚種によっては潜水者の影響が無視できないことを示している。なお、8/30の調査では漁獲試験も実施し、表6の結果を得た。この結果から潜水調査および水中カメラにより観察できなかったヒラメを確認することができた。また、ブリについては潜水で観察された数以上の釣果があり、生物蝟集量調査について再検討の必要性を感じた。

(2) 試験礁周辺におけるヒラメの行動

平成4年度の調査結果から中層浮魚礁の効果として、アジ、イナダ等の表・中層魚の蝟集を増大させ、魚礁周辺において摂餌行動が展開されることによって、底層に定位するヒラメの餌料との遭遇機会が増大し、増殖効果の向上につながるものと考え、調査を進めてきた。

平成5年度の調査では、中層浮魚礁に蝟集した小アジの群れを摂餌するイナダの群れの行動を撮影し、同時に釣獲試験でヒラメを確認した。（新潟県村上市）また、単独の十字礁に蝟集したチダイ、アジの群れの周辺を遊泳するヒラメの撮影にも成功した。（山形県酒田市）

これらの結果から、魚食性に転換したヒラメにとって魚礁域は餌場としての位置付けとなっており、餌との関連性が密接であることが窺われた。

平成6年度調査においては、試験礁周辺におけるイナダ、アジ、ヒラメの関係を一連の映像として撮影することを目的として、調査を行った。その結果、新潟県での調査では撮影することはできなかったが、山形県酒田市七窪地先での7月24日調査において撮影することができた。内容は、中層礁上部に蝟集したカンバチ数尾が、小アジの群れを攻撃することによって、小アジは中層礁上部から海底付近まで移動し、これを試験礁近傍にいたヒラメが攻撃するというものである。この場合、イナダ

の代わりにカンパチが小アジを中層から押し下げる結果となったが、我々の予測を十分説明できるものと考えている。

(3) 中層浮魚礁の効果

平成4年度に設置した試験礁4基（中層部付き十字礁3基、十字礁1基）に関する蛸集生物を比較することによって、中層浮魚礁の効果を検討する。平成5年以降は、十字礁単体が埋没したため調査データが無く、平成4年度のみ結果（表2～4）を検討する。表2は、水深15mに設置した十字礁単体に関する蛸集魚類の結果である。表3および4は、水深20m、25mに設置した中層部付き十字礁に関する結果である。表2と表3を比較した場合、蛸集魚類の種類や数に差は少なく、中層浮魚礁の効果を判別することは難しい。また、ヒラメ幼魚の餌となるアジの量を比較しても、大きな差異は認められない。しかし、表2（十字礁単体）と表3および表4（中層部付き十字礁）との大きな違いは、ブリの存在の有無にある。（2）で述べたように、浮魚礁の影響によるブリなどの表層性大型回遊魚の蛸集が、餌となる小魚を魚礁内部や海底付近に追い込む役割を果たしており、この逃避行動がヒラメの摂餌にとって都合の良い場を提供する結果となっていた。したがって、ヒラメ増殖における中層浮魚礁の直接的効果は、表層性の大型回遊魚の蛸集促進であり、間接的効果として、餌生物である小魚のヒラメ摂餌行動圏への誘導、その結果摂餌機会の増大にあると言って良い。

平成6年度は、中層部を鋼製の櫓に変更した餌料生物蛸集機能付十字礁を設置しており、そこでの蛸集生物を調査した。結果は、表7に示したとおりで、当歳魚のヒラメが魚食性に転換する時期に、平成5年度以上の小アジの顕著な蛸集を確認できたことから、これまでの底設型増殖礁の改良によって十分中層礁と同等の効果が得られる可能性を見い出すことができた。ただし、表層性の大型回遊魚の蛸集に対しては、増殖礁全体の高さが高い方が効果は高いように感じられ、今回の結果では水深30m以浅において水深の3割から4割程度の高さが必要であろうことが推察された。

(4) ヒラメの分布密度

平成4年度の調査により、試験礁を設置した水深15mにヒラメ当歳魚が来遊する時期は、魚食性に転換し、海域の水温が均一化する8月初旬から中旬であろうことが推察された。そこで平成5年度は、試験礁周辺にヒラメ当歳魚が来遊する時期を予測するため、ヒラメ当歳魚の分布密度を水中囲い網方式により行った。調査は、平成5年7月23、25日に、水深5、6、7、7、10、15mの6地点（1地点2回40㎡）で実施した。

水中囲い網調査の結果は、表8に示すとおりであり、ヒラメ当歳魚は水深15m地点を除き、5地点で出現し、この時期のヒラメ当歳魚の分布の境界が水深10m～15mの間にあると推察できる。図4-1、2、3（平成5年）および図5-1、2（平成6年）は新潟水試によるビームトロールの結果から得られた水深別・時期別の分布密度であるが、この結果と一致する結果が得られた。また、時期別の体長組成から、魚食性に転換する時期（体長10cm前後）が平成5年度の場合8月中旬となっており、移動・分散する時期がほぼ一致する。したがって、幼魚、未成魚のための増殖場の造成水深は、1歳魚以上による食害を防止する意味から当歳魚の生息水深を避け、本調査海域の場合15m以深とすることが望ましく、中層増殖礁による好適摂餌環境を期待するには、20m以深とすることが望ましい。

なお、ヒラメの出現が見られた水深10m以浅の水中囲い網調査から算定される分布密度は、調査面積200㎡、出現数9尾、1尾当たり22.22㎡、0.045尾/㎡であった。この結果は、同時期における新潟水試の結果の4倍以上の分布密度を示しており、調査漁具の採集効率の検討の必要性を感じた。また、図4は冷夏（平成5年）と図5は猛暑（平成6年）と全く水温の異なる状況での結果であり、水温によってヒラメの沖出しの時期が異なることが理解できる。

3. ロープの耐久性

水深25mに設置した5mおよび15m型中層部付き十字礁から回収した4種類のロープの破断強度を測定し、設置後1年2ヶ月、2年2ヶ月経過した時点での強度を求め、表9に示した。結果から素材および設置水深によって強度の低下率は異なり、中層部の位置が浅い15m型のほうが5m型に比べ強度低下は大きく、素材別ではナイロンの強度低下が最も大きく、最大29.3%の低下が確認された。劣化試験に用いた遮蔽索（試験用ロープ部）部分は、静止時に中層部に働く構造外力をほとんど分担せず、流れによる外力が直接試験ロープ自体に作用する影響も少ない。また、遮蔽索の水深から考えると太陽光（紫外線）の影響による劣化も考え難く、中層部位置の水深の違いによって強度低下が異なった理由は、波力（浅い位置）>波力（深い位置）の関係から明かなように、作用する波力による中層部の挙動の大きさが異なるためと考えられる。

素材別に劣化状況を見るとナイロンに関してはこれまでの調査・研究の結果からも、海中での強度低下が著しいことは明かとなっており、今回の調査においても同様の結果が得られた。これに対して、クレモナ、テトロンは適用性の高い素材で、強度低下は10%/年と言われている。今回の調査でも、5m型のサンプルでの結果ではクレモナ（13.7%/年）、テトロン（9.8%/年）の強度低下率となっており、これまでと類似する結果が得られた。しかし、15m型のサンプルでは、クレモナ（20.8%/年）、テトロン（18.6%/年）となっており、5m型に比べて2倍近い強度低下となった。このことから、設置水深や海象条件、礁体の構造や使用用途によって強度の低下率は大きく変化する可能性があり、使用にあたっては事前にそれらを十分に考慮した検討が必要である。4種類の素材において最も強度低下が少なかった素材はダンラインであり、強度低下率は6.3%/年と低く、設置水深の影響もほとんど現れなかった。

摘 要

本研究により、次の成果が得られた。

- 1) 新潟県村上市岩船地先海域（特に浅海域）は、冬季の波浪が厳しく底質が不安定であり、また大・中河川の影響も加わり、施設設置には厳しい海域である。今回、直轄調査ということで、施設設置に伴う事前調査を全く行わず施設設置を行い、結果として砂中に埋没することとなった。幸いなことに中層浮魚礁（水深25mに設置）に関しては健全であり、今後も継続して調査を実施する予定であるが、本海域に予定されている増殖場造成事業においては、事前調査において漂砂・埋没対策を充分検討する必要がある。
- 2) 中層浮魚礁の効果調査に当たり、種々の調査を行った結果、調査方法により観察される魚種および数が異なり、単一の方法によって得られた結果から効果を判断することの危険性を認識した。特に、潜水による調査は、時間の制約がある中で、潜水者が蛸集魚に影響を与える可能性もあり、何らかの補足的な調査を併用する必要性を感じた。我々は、一つの方法として、水中カメラによる調査方法を併用しており、今後の調査では、定量化を含めた、調査方法および解析方法の検討を行う。
- 3) 調査結果から、ヒラメ増殖場造成における中層礁の利用目的が、魚食性に転換したあとの当歳魚、1歳魚および2歳魚の餌（アジ、イワシ等）を積極的に集めるためであれば、有効に機能することが判った。しかし、ロープを主素材とする中層浮魚礁では、底設増殖礁に比べ耐久性に問題があり、同一事業において中層浮魚礁と底設礁を同時に利用することは困難と思われた。そこで、浮体式の中層礁と同等の機能を耐久性のある部材によって底設礁に付加することを試みた。その結果、底設礁に鋼製の檣を付加し、礁全体の高さを高くすることによって、餌生物の蛸集を増大できることが判った。

4) 中層浮魚礁より回収したロープサンプルに関する強度試験結果から、ロープ素材や設置水深による強度低下率の違いが明確となり、適用性を検討するための有用な資料が得られた。しかし、これまでの調査結果とは大きく異なった結果が得られており、ロープ素材の耐久性に関しては詳細な調査を継続しなければならない。特に、現行の強度低下率10%/年に関しては再考する余地がある。

5) 中層浮魚礁は礁体が水中にあり、時々刻々変化する波・流れによって、水中での位置が変化するため、位置確認が難しく、位置保持や操船の不便さを感じた。また、村上市岩船地先海域は小型底曳の主漁場に近接しており、たびたび違反操業による試験礁の流出を経験した。このことから、操業上の利便を考えた場合には中層浮魚礁より底設礁を用いるべきであり、中層浮魚礁を用いる場合には海域の漁業管理の徹底と中層浮魚礁に適した操業形態を有する海域に造成すべきである。

参考文献

- 1) (社)全国沿岸漁業振興開発協会：沿岸漁場整備開発事業施設設計指針（平成4年度版），pp.142～152, pp.208～222, 1993
- 2) 鳥取県：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，1978
- 3) 鳥取県：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），1988
- 4) 山形県：広域型増殖場造成事業調査報告書（ヒラメ），十里塚地区，1991
- 5) 明田定満：十字礁による浅海砂浜域の漁場造成、平成3年度東海区人工魚礁技術研究会会議報告，1992
- 6) 新潟県：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，1981

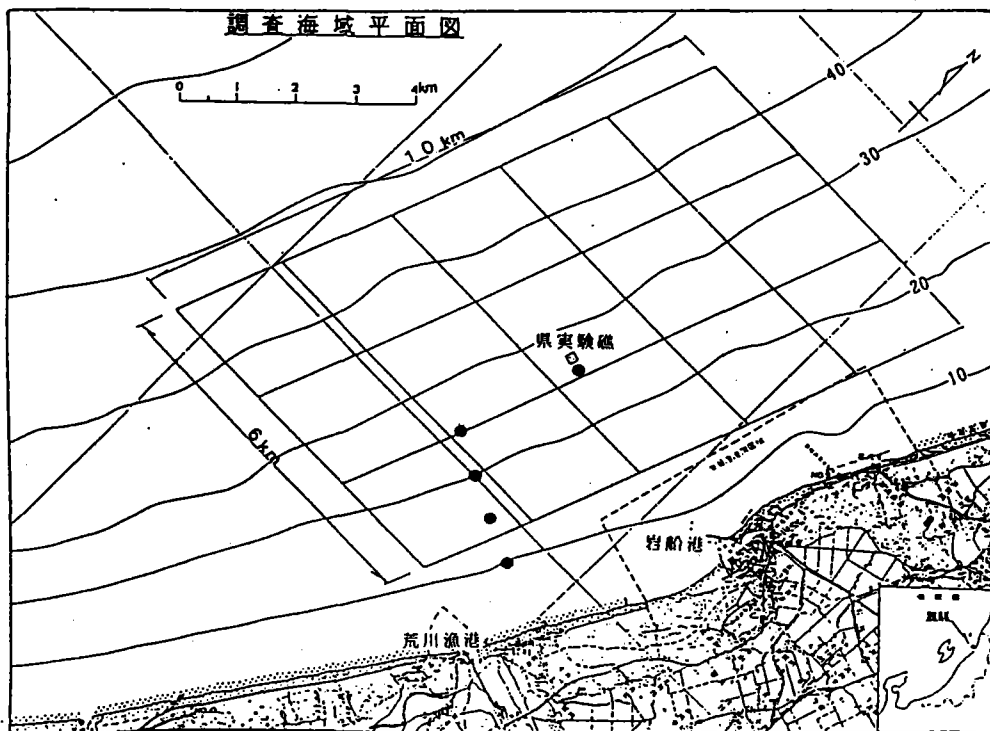


図1 調査海域 (●：試験礁設置位置)

表1 中層浮魚礁部材諸元

部 位	構成材料	外径
リング状支持体	テトロンクロスロープ	50mm
連結索・係留索	テトロンクロスロープ	17mm
遮蔽索	テトロンロープ	8mm
//	ダンラインロープ	8mm
//	ナイロンロープ	8mm
//	クレモナロープ	8mm

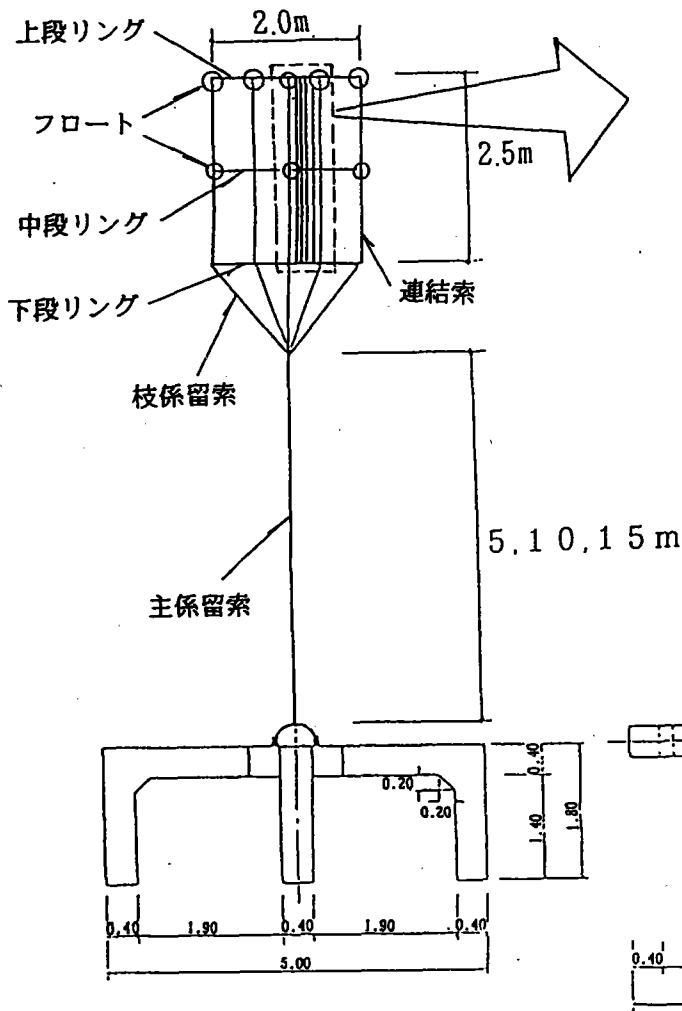


図2-1 中層増養殖礁概観

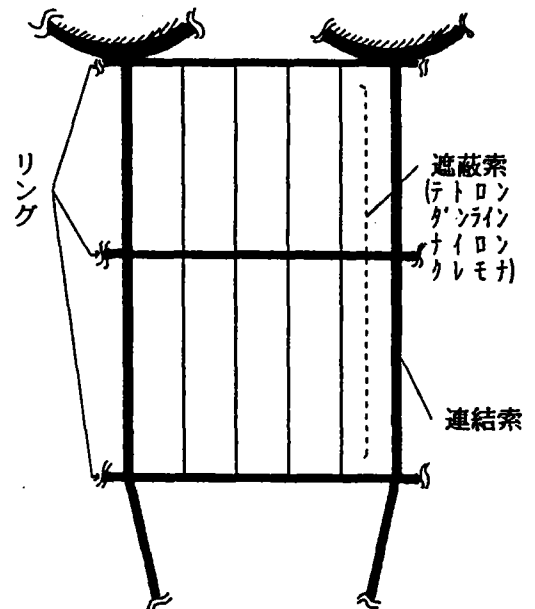
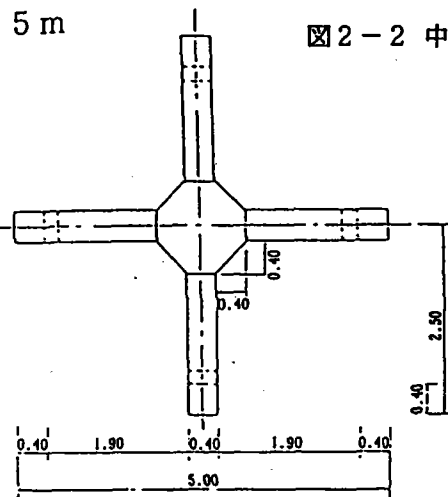


図2-2 中層部劣化試験部材



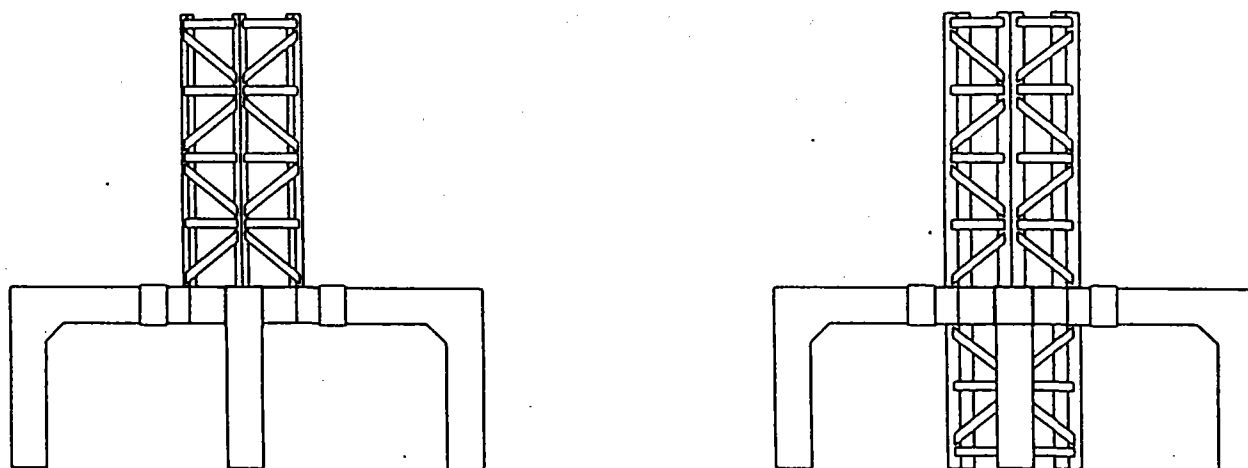


図3 鋼製槽付き十字礁 1、2

表2 ダイバーによる平成4年観察魚（水深15m十字礁）

魚名	学名	size(cm)	7/21	8/18	8/19
マアジ	<i>Trachurus japonicus</i>	3~5	6000	300	3000
マアジ	<i>Trachurus japonicus</i>	10		3000	
ウマツラハギ	<i>Navodon modestus</i>	7	2		
ウマツラハギ	<i>Navodon modestus</i>	5~10		300	300
メバル	<i>Sebastes inermis</i>	3~4	3		
リュウグウハゼ	<i>Pterogobius zacalles</i>	3~4	120	120	50
アミメハギ	<i>Rudarius ercodes</i>	3~5			7
クロソイ	<i>Sebastes schlegeli</i>	7	2		2
カレイsp.	<i>Pleuronetidae sp.</i>	7	1		
ネズミゴチ	<i>Callionymus richardsoni</i>	20	1		
マダイ	<i>Chrysophrys major</i>	7~10	20	150	300
チダイ	<i>Evygnis japonica</i>	3~5		15	100
ヒメジ	<i>Upeneus bencasi</i>	7		10	
カワハギ	<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	15		10	10

表3 ダイバーによる平成4年観察魚（水深20m中層部付十字礁）

魚名	学名	size(cm)	7/21	8/18	8/19
マアジ	<i>Trachurus japonicus</i>	3~4	3000		
マアジ	<i>Trachurus japonicus</i>	15~20		300	300
ウマツラハギ	<i>Navodon modestus</i>	4	3		
ウマツラハギ	<i>Navodon modestus</i>	7~15		500	300
ウスメバル	<i>Sebastes thompsoni</i>	4	6		
リュウグウハゼ	<i>Pterogobius zacalles</i>	2~3	120	120	
アミメハギ	<i>Rudarius ercodes</i>	5~7		3	
クロソイ	<i>Sebastes schlegeli</i>	7		1	
ブリ	<i>Seriola quinqueradiata</i>	30	10	10	50
マダイ	<i>Chrysophrys major</i>	10~15	3	250	300
チダイ	<i>Evygnis japonica</i>	5~7		300	200
カワハギ	<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	15		7	10
テンジクダイ	<i>Apogon lineatus</i>	7		3	
サビハゼ	<i>Sagamia geneionema</i>	7		3	

表4 ダイバーによる平成4年観察魚(水深25m中層部付十字礁)

魚名	学名	size(cm)	7/21	8/18	9/21	9/21
マアジ	<i>Trachurus japonicus</i>	3~4	8000			
マアジ	<i>Trachurus japonicus</i>	15~20		1000	3000	6000
ウマヅラハギ	<i>Navodon modestus</i>	7	10	2000		
ウマヅラハギ	<i>Navodon modestus</i>	10~15		500	100	200
メバル	<i>Sebastes inermis</i>	7	3			
ウスメバル	<i>Sebastes thompsoni</i>	10	1			
リュウグウハゼ	<i>Pterogobius zaccalles</i>	3~5	200			
アミメハギ	<i>Rudarius ercodes</i>	3~5		30	30	30
クロソイ	<i>Sebastes schlegeli</i>	7	2	10	1	1
フリ	<i>Seriola quinqueradiata</i>	20~25		300	50	
マダイ	<i>Chrysophrys major</i>	10~15		200	40	50
チダイ	<i>Eynniss japonica</i>	10~15		500	40	50
ヒメジ	<i>Upeneus beneasi</i>	7~10		120		30
コウライトラギス	<i>Parapercis snyderi</i>	20		15		
カワハギ	<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	15~20		20	30	100
イシダイ	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	10~15		10	50	70
テンジクダイ	<i>Apogon lineatus</i>	7		14		
サビハゼ	<i>Sagamia geneionema</i>	5~7			20	50
ゲンロクダイ	<i>Chaetodon medesus</i>	7			1	
ヒラメ	<i>Paralichthys olivaceus</i>	25			1	
マハタ	<i>Epinephelus septemfasciatus</i>	7			1	
イネゴチ	<i>Inegocia crocodila</i>	30			1	
トラギス	<i>Parapercis pulchella</i>	20				1

表5 ダイバーによる平成5年観察魚(水深25m中層部付十字礁)

魚種名	size (cm)	7.6	7.23	7.25	8.29	8.30	8.31
クロソイ <i>Sebastes schlegeli</i>	25~30	40		1		1	3
アイナメ <i>Hexagrammos otakii</i>	25~30	10				2	1
フリ <i>Seriola quinqueradiata</i>	25					10	30
マアジ <i>Trachurus japonicus</i>	10~15		300	300	1,000	8,000	500
マアジ <i>Trachurus japonicus</i>	15~20		200	500			
ヒゲソリダイ <i>Haplogenyx nitens</i>	15					3	
マダイ <i>Pagrus major</i>	20	50					
マダイ <i>Pagrus major</i>	40	2					
チダイ <i>Eynniss japonica</i>	20					50	
イシダイ <i>Oplegnathus fasciatus</i>	15				1	20	10
メイトガレイ <i>Pleuronichthys cornutus</i>	20~30	20					
ウマヅラハギ <i>Thamnaconus modestus</i>	10~15		1	3	30	80	100
ウマヅラハギ <i>Thamnaconus modestus</i>	25	30	3	5			

表6 漁獲試験結果(平成5年8月30日)

(単位: cm, (g))

マアジ	18.5 (55)	16.5 (40)	15.5 (30)	15.3 (30)	17.0 (45)	15.5 (30)	9.5 (10)	9.0 (5)		
チダイ	13.5 (40)									
マダイ	19.0 (110)	17.5 (90)	18.5 (110)	17.5 (90)	19.0 (120)	18.0 (105)	18.0 (105)	20.0 (130)	17.5 (100)	17.0 (75)
	18.0 (100)	19.0 (100)	17.0 (75)	13.2 (40)	14.3 (50)	16.5 (70)	14.0 (50)	12.0 (30)	18.5 (100)	17.5 (90)
	18.0 (90)	16.0 (65)	18.5 (115)	19.5 (115)	16.5 (80)	18.0 (95)	14.5 (50)	14.5 (55)	15.0 (55)	17.5 (90)
	14.5 (50)	17.5 (100)	17.0 (85)	16.5 (75)	14.3 (45)	13.5 (45)				
ウマヅラハギ	23.0 (155)	17.3 (60)	14.0 (30)	18.5 (80)	19.0 (90)	18.0 (75)	14.5 (40)	17.5 (70)	15.0 (40)	13.5 (30)
	14.0 (30)	13.0 (10)	13.5 (5)							
ヒラメ	29.0 (230)									
フリ	39.0 (500)	31.0 (330)	30.5 (310)	35.0 (390)	22.0 (115)	27.0 (210)	34.0 (410)	34.0 (410)	23.0 (130)	29.0 (260)
	20.0 (75)									

表7 ダイバーによる平成6年観察魚（水深25m鋼製橋付十字礁）

魚種名	調査実施月日	大きさ (cm)	観察数	
			7.29	8.30
クロソイ <i>Sebastes schlegeli</i>		7	3	6
アイナメ <i>Hexagrammos otakii</i>		20		6
マアジ <i>Trachurus japonicus</i>		5	50,000	
マアジ <i>Trachurus japonicus</i>		10	100	
イシダイ <i>Oplegnathus fasciatus</i>		15		50
サビハゼ <i>Sagamie genetonema</i>		5		40
ウマツラハギ <i>Thamnaconus modestus</i>		10	50	
ウマツラハギ <i>Thamnaconus modestus</i>		20		100

表8 水中囲い網調査結果（平成5年7月23, 25日）

魚種名	size (cm)	水深7m地点		水深5m地点		水深6m地点		水深7m地点		水深10m地点		水深15m地点	
		観察	採集	観察	採集	観察	採集	観察	採集	観察	採集	観察	採集
マダイ <i>Pagrus major</i>	5	70				1				1	1	1	1
チダイ <i>Eryonis japonica</i>	4	70											
ネズボ <i>Callionymidae sp.</i>	7							1			1	4	1
ハゼ <i>Cobioides sp.</i>	5	3		1		2			1			3	
ヒラメ <i>Paralichthys olivaceus</i>	7		3	1	1		2		1	1			
マコガレイ <i>Pleuronectes hertensteini</i>	7												1
カレイ <i>Pleuronactoides sp.</i>	25		1			1							1
ウシノシタ <i>Cynoglossidae sp.</i>											1		
合計		143	4	2	1	4	2	1	2	2	3	10	2
単位面積当たり分布密度 (ヒラメ)		0.075		0.05		0.05		0.025		0.025		0	
単位面積当たり分布密度 (全体)		3.675		0.075		0.15		0.075		0.125		0.3	
アミ <i>sp.</i>		少		少		少		多		多			
採 況			実施		実施				実施		実施		実施

表9 ロープ残存強度試験結果

品名	新品時強度 (Kgf)	中層形式 (m)	1年2ヶ月後		2年2ヶ月後	
			残存強度(Kgf)	残存強度率(%)	残存強度(Kgf)	残存強度率(%)
クレモナ	700	15m型	530	75.7	—	—
		5m型	665	95.0	493	70.4
ナイロン	1500	15m型	1060	70.7	—	—
		5m型	1160	77.3	956	63.8
テトロン	900	15m型	705	78.3	—	—
		5m型	800	88.9	709	78.7
ダンライン	900	15m型	840	93.3	—	—
		5m型	845	93.9	776	86.3

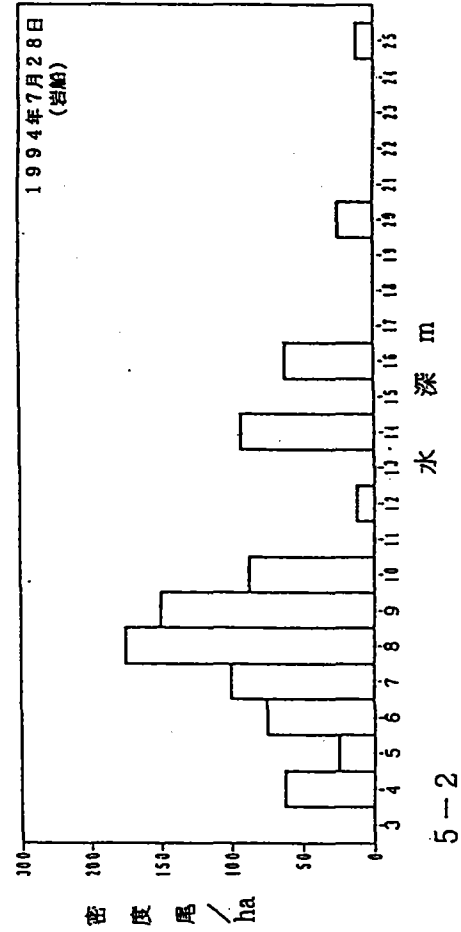
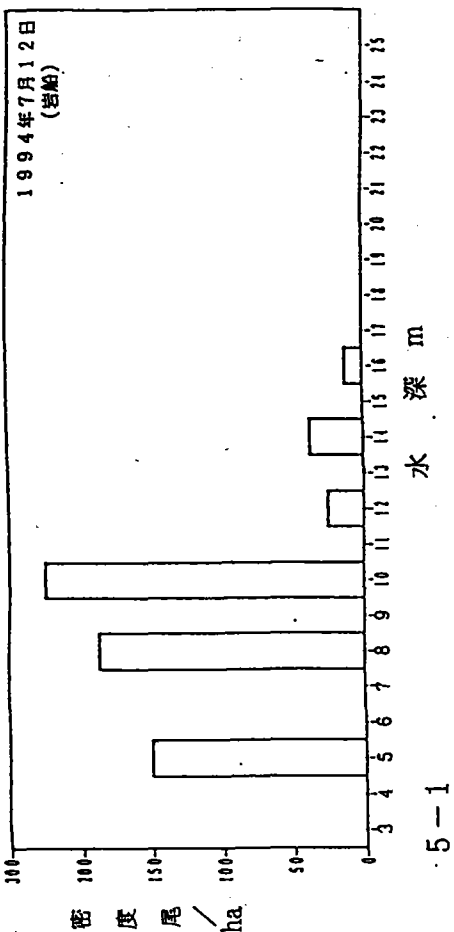
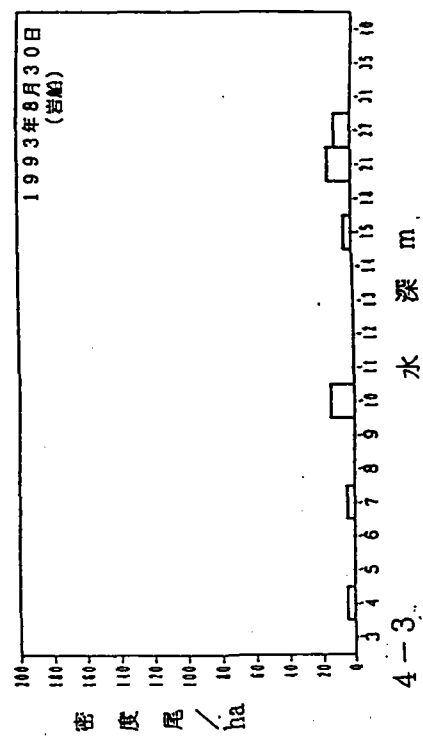
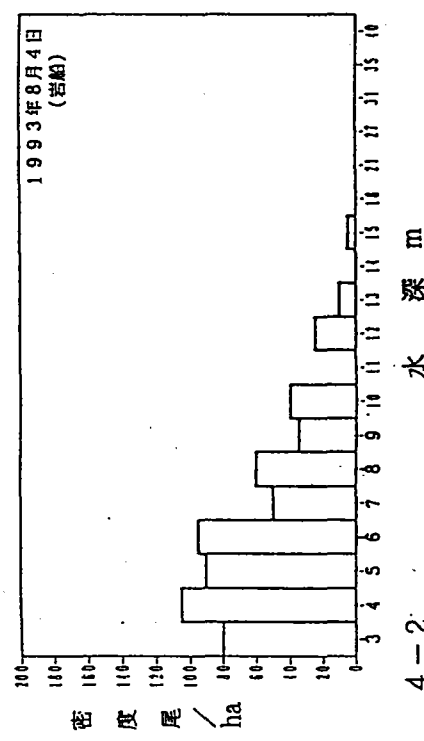
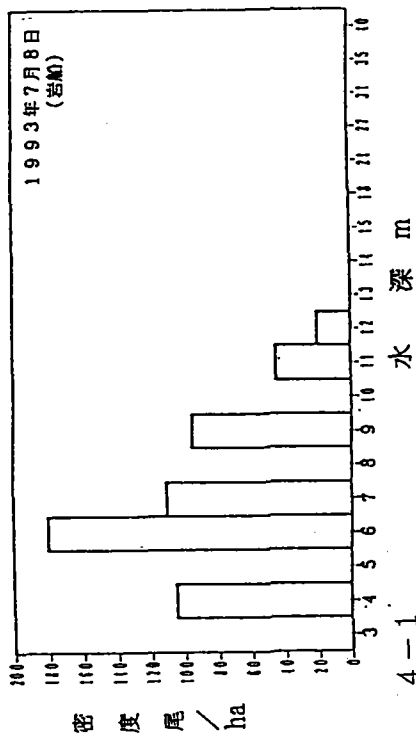


図5 ヒラメの分布密度 (平成6年)

図4 ヒラメの分布密度 (平成5年)