

## 人工地盤場における基質の安定 に関する研究

実施機関	水産工学研究所水産土木工学部漁場施設研究室
担当者名	高木儀昌・森口朗彦・内山裕三・大村智宏
共同調査機関	南西海区水産研究所資源増殖部藻類増殖研究室 徳島県、徳島県水産試験場 岡山県、岡山県水産試験場 秋田県、秋田県水産振興センター
調査実施年度	平成5年度～平成8年度

### 1 調査目的

近年の沿岸域開発の進展による藻場の減少は激しく、また藻場拡大に適した海域も少なくなる傾向にある。このような情勢の中で、碎波帯や漂砂域、自然の状態では海藻の生育が不可能な水深帯において藻場造成を検討する必要がでてきた。また、内海砂泥域を中心として生息するアマモに関しても、沿岸の埋立や開発による地形変化に伴い、流動環境や底質が変化し、減少する傾向にある。これに関しても、減少を食い止め、拡大するためには、流動環境の変化に対して生息に適した底質を安定的に保持する必要がある。

そこで本研究では、鉄筋コンクリート製または鋼製の架台を海底面に設置し、その中に基質を設置することにより、波、流れ、漂砂の影響の低減を図るとともに、安定させる手法の開発を目的とした。

なお、対象とする海藻は、外海域においてはホンダワラ、内海域においてはアマモとした。

### 2 アマモ場造成試験

#### 2.1 調査海域

調査海域Ⅰ：山口県大島郡東和町和田返子ヶ浜地先

調査海域Ⅱ：徳島県鳴門市北灘町榑木漁港地先

#### 2.2 調査の内容

アマモは、播種による造成技術が岡山県水産試験場等の研究により、ほぼ確立していると言って良く、生育環境としての水質および底質が造成に適した海域であれば（参照表1、川崎<sup>1)</sup>）、技術的な課題は少ない。現状では、軟弱な底質の改良と播種の効率の向上と発芽、生長の安定を目的として土囊式播種基体（アマモマット）を開発し、広域的な造成技術の確立に向けた調査を実施している。（田中<sup>2)</sup>）これらの手法は、長期の耐久性を有する構造物を必要としない簡易なものであり、環境にやさしい手法と言って良い。しかし、かつてアマモ場が存在し、何等かの要因によって消失した場所において藻場の回復を図ろうとする場合には、大規模な構造物を必要とする場合もある。香川県における事例（下川<sup>3)</sup>）などは代表的なもので、波、流れ等の流動環境の変化により底質が不安定となる海域では、構造物を用いて流動を制御し、底質を安定させなければならない。本研究では、このように波・流れや地盤変動がアマモの生育の制限要因となっている場を、対象とする造成手法を検討することとした。ただし、離岸堤や潜堤、等の消波施設を利用する手法では、環境への影響が大きく、莫大な費用を必要とするため、ここでは簡易な施設で造成できる手法の開発を主たる目標として検討した。

表2は、これまでに試験や事業で実施された造成手法であるが、簡易で耐久性を有する構造物を使用し

た例は少なく、構造物も金属マット、フェンス、コンクリート枠、等限られている。

この中から、幡手<sup>5)</sup>の試験において良好な結果が得られ、実験室レベルの研究では砂の堆積が認められたコンクリート枠を用いる手法を採用し、5年度に調査海域Ⅰのアマモ場内とアマモ場周辺のアマモ無生息域に4基を設置した。しかし、結果は、予想を上回る波浪による攪乱で、ブロック内の土砂は流出し、アマモ種子の定着、発芽に対するブロックの効果を確認することはできなかった。

平成6年度は、調査海域Ⅰに関しては、平成5年度設置施設を利用し、ブロック内に土囊マット（岡山市）を敷設した。その上で、部分的にブロック上に蓋や、マット上にカバーをするなどのマットの保護を行い、調査を継続した。その目的は、平成5年度と同様に、種子の定着と発芽・成長に対するブロックの効果の検討であった。

調査海域Ⅱは、周辺の漁港内および離岸堤背後（静穏域）にはアマモが濃密に繁茂する場が形成されているが、調査現場はアマモが数株単位で点在する海域で、主に波浪の影響による底質の不安定さが原因で、減少、消失している場である。そこで平成5年度の結果から波浪影響をより軽減する施設として図1を設置し、調査海域ⅠとⅡを比較するため図2の施設を設置した。また、土囊マット（50cm×50cm、腐食性繊維と難腐食性繊維の混紡の布袋）を岡山県の協力により使用できたため、これも海域ⅠとⅡに設置した。このアマモマットの発芽率、成長度を比較することによって、場の違いを検討した。

表1 播種によるアマモ場造成適地の環境基準

環境要因	範 囲
水温	8月の平均水温が28℃以下
塩分	海水の塩分が20‰以上
水深（上限）	平均低低潮面
（下限）	平均水中光量子束密度が3～4 E/m <sup>2</sup> /日
砂の動き	発芽時期の砂面の日変動は2～3cm以下
漂流物	海藻等の漂流物が少ない
漁業	底曳き漁業が行われていない

表2 造成手法と試験機関

造成手法	試 験 機 関
1 播種	岡山県、香川県、大分県、南西水研、電中研
2 移植	電中研、香川県、徳島県、南西水研
3 ポット	電中研、徳島県
4 ゲル固化体	愛媛県
5 ヘドロ固化体	
6 土囊マット	岡山県（+底質改良）、水工研
7 プラスチックマット	徳島県
8 金属マット	大分県
9 フェンス	大分県、香川県、徳島県（+コンクリート枠）
10 コンクリート枠	大分県、徳島県、水工研
11 消波施設	香川県

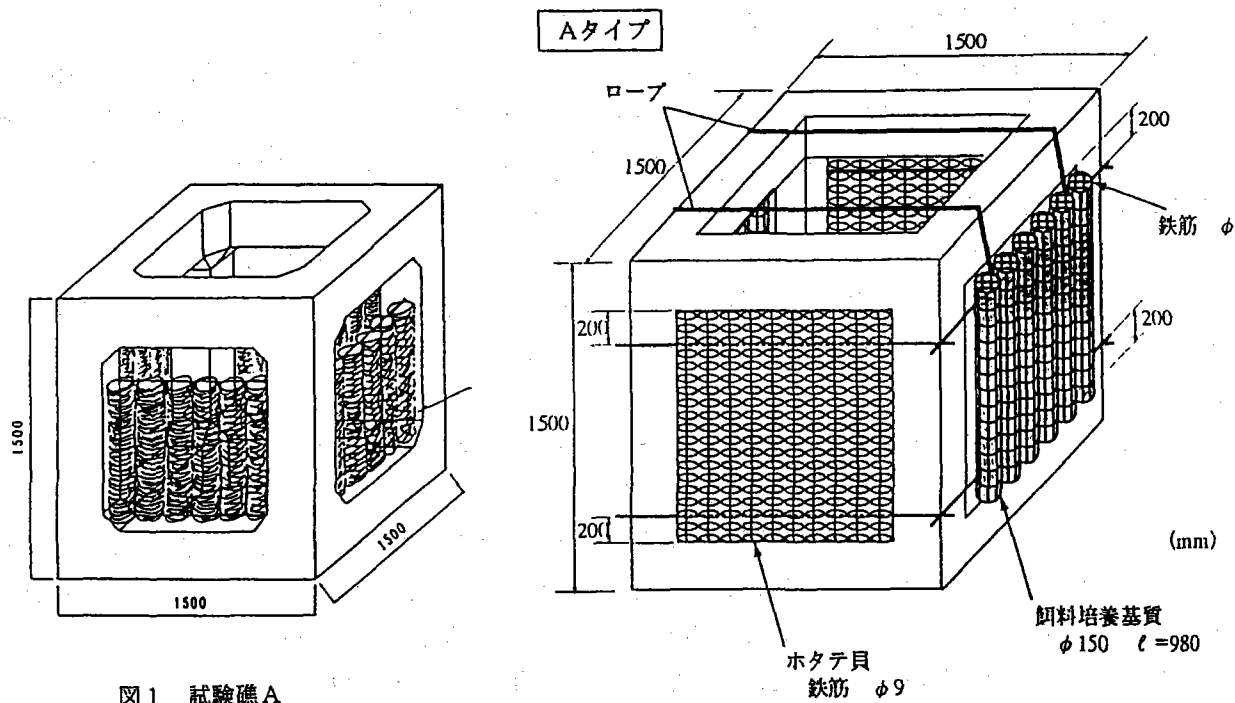


図1 試験礁A

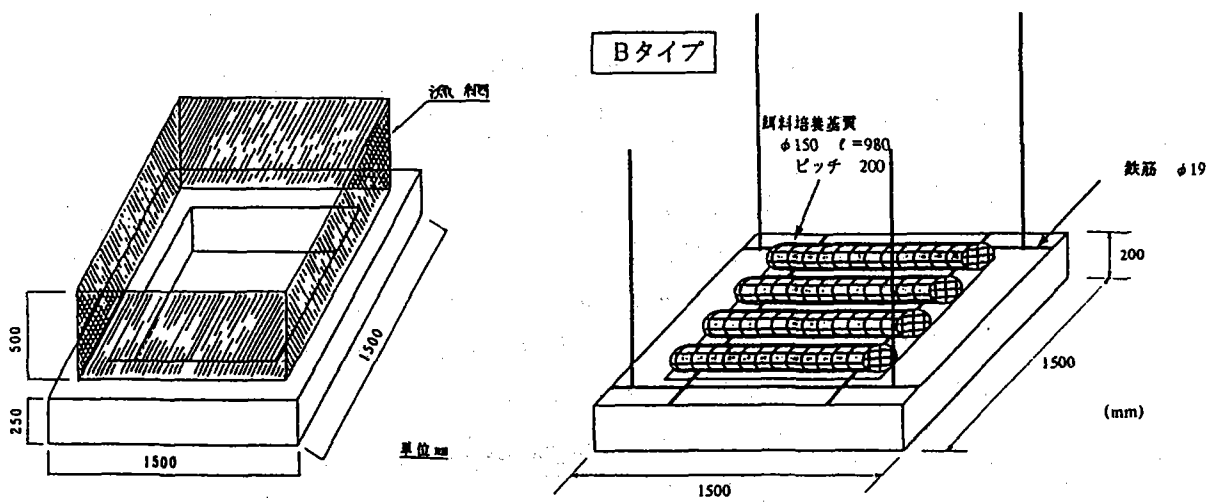


図2 試験礁B

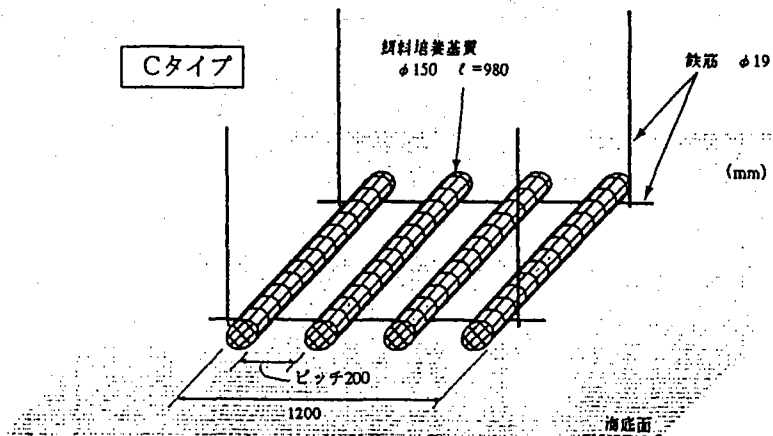


図3 試験礁C

調査海域IIに関する現状は、水試試験区のアマモは秋から初冬にかけての波浪により、プラスチックマット周辺が洗掘され、根が流出してしまった結果、維持あるいは拡大は難しい状況となっている。

コンクリート枠に着生したカジメは、アマモと同様の波浪の影響を受けたにも拘らず、多少の流出はあったものの維持されていた。

調査海域IIにおいて観測した波高、周期、波向、流速、底面変動の結果の一部を図4に示す。観測期間は平成8年12月12日から平成9年2月11日までであるが、この間、調査海域の最沖部では、最大波高が有義波で2.1m、周期5.8秒が観測された。この波の砕波水深は約3mであるが、波の不規則性を考えると、水深5から6m以浅が砕波帯となっていると考えられる。砂面変動もここで最大となり、平均の水深5.4m地点での最大洗掘量は12cmであった。

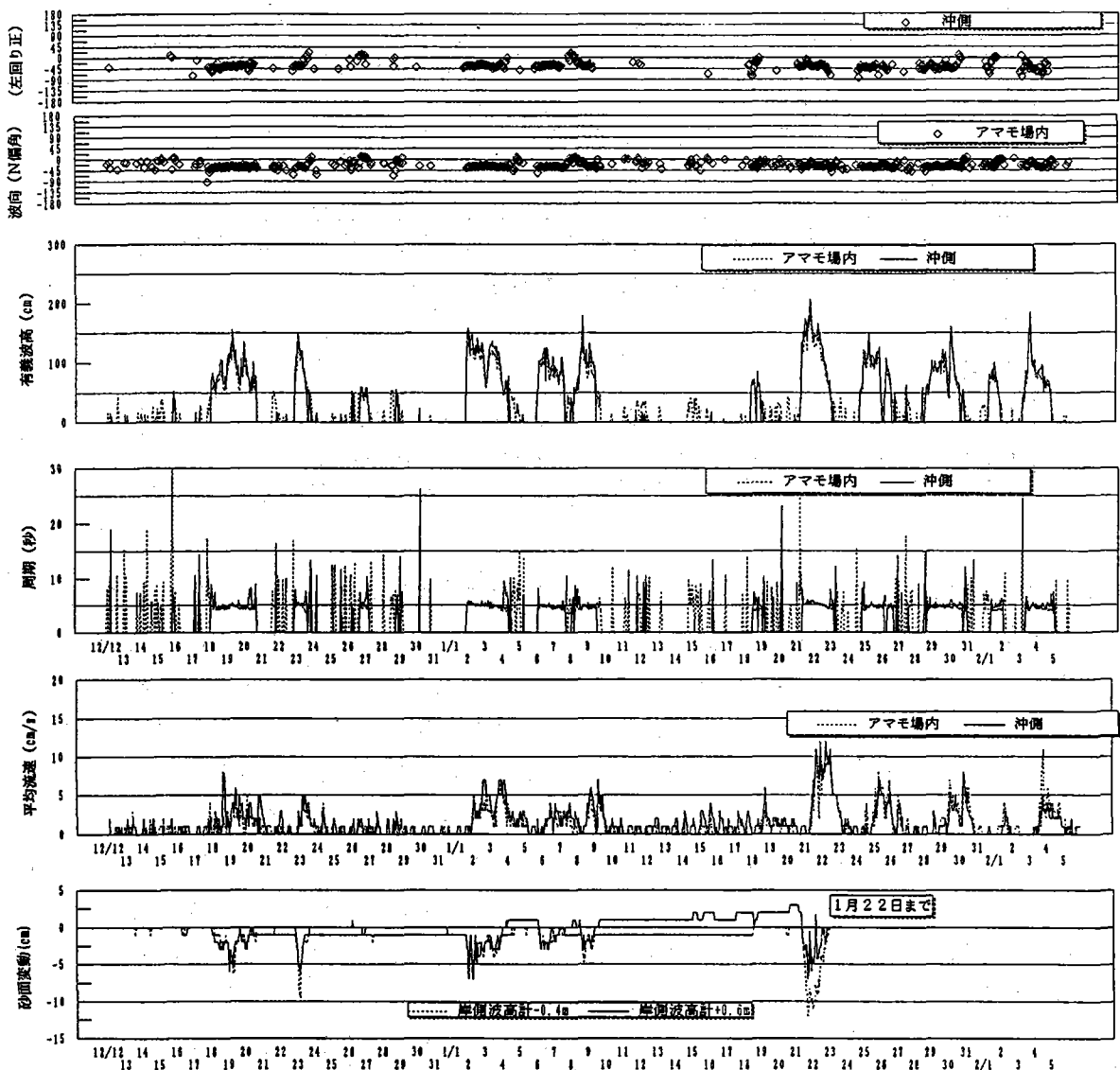


図4 調査海域IIにおける海象観測結果の一部

平成7年度は、海域Ⅰでは平成6年度設置したアマモマットの状況を継続して調査し、海域Ⅱでは海域Ⅰの結果を参考に施設の改良（種子およびマットの保護）を行い、発芽、生育の状況を調査した。

調査海域Ⅰに設置した土囊マットからは、平成7年2月段階で一枚当たり最大30本の発芽が確認され、6月段階でも一枚当たりの本数は最大10本程度となったが、順調に生育した。現存するアマモ場内とアマモ場外の比較では、アマモ場内のほうが若干ではあるが残存数が多く、ブロック内とブロック外ではブロック外のほうが残存数が多い傾向であった。9月段階では、枯死、流出し、栄養株が僅かに残った。

以上の結果から、調査海域Ⅰは、発芽までの種子の安定をマット等で確保できれば造成できる海域であり、人工構造物を必要としない海域と言って良い。

調査海域Ⅱに関する結果から、水深4m以浅は波浪変形と海底変動が大きく簡易施設では造成不可能な水域、4から6mの水深帯はアマモが点在する場で簡易施設によって造成可能な水域、水深6m以深は光条件によってアマモが生育できない水域、と水深別に場の評価が行われた。（表3参照）

表3 土囊マット（岡山式）を指標とする場の評価（試案）

土囊マットの状態	場の評価
正常に発芽し、 栄養株が残存する場合	工学的な技術を必要とせず、播種を中心とする手法 によって造成できる海域
マットの安定によって 発芽、生育する場合	種子の安定のための対策が必要な海域 マット、ポット、等の固定施設が必要
マットが安定した状態 で、発芽はするが、生 育過程で波力によって 葉が流出する場合	造成には消波施設を必要とし、計画策定には詳細な 調査を必要とする海域
発芽はするが、生育し ない場合	光や栄養条件の改善が必要な海域 工学的手法のみでは造成できない海域

この結果に基づき平成7年度の調査は、4から6m水深域に重点を置き、平成6年度設置の2種類のブロック（図1試験礁A、図2試験礁B）を補修・改良し、それぞれのブロック内に土囊マットを敷設した。また、コンクリートブロックを使わず直接海底面に土囊マットを敷設し、カキ殻を詰めた数基の籠でカバーする方式のもの（図3試験礁C）を設置した。徳島県は、平成6年度の調査において好成績が得られたプラスチックマット（ダイワロン）を用いてカバーする方式を、平成7年度は規模を拡大して実施した。

結果は、コンクリート枠（AおよびBタイプ）内に設置した土囊マットからの発芽は認められず、低水温やブロック内の光量不足のためではないかと推察された。しかし、ブロック設置当初から僅かではあるが着生していたカジメが成長・拡大し、ブロック上に限られているもののカジメ場が形成された。

徳島県水試の試験区では発芽・生育ともに順調に推移し、平成8年夏には天然の藻場と同様の濃密なアマモ場が造成された。

以上の結果により、8年度は調査海域Ⅰ、Ⅱともに新たな施設の設置や改良を行わず、アマモあるいはカジメの消長を観察することとした。ただし、アマモとカジメが同一海域に着生した調査海域Ⅱに関しては、冬季の波浪と海底面の変動が藻場の維持・減少に大きく関与していることから、波浪、流速、海底面の変動を測定することにした。

## 2. 3 平成8年度までに得られた結果の概要

- ① 造成予定海域の海域特性によって、造成手法を適切に選択しなければならない。選択を誤った場合は、造成とは全くかけ離れた結果になることも予測する必要がある。
- ② 波浪条件が厳しく、底面変動が大きい海域で、アマモが点在するような場合には、海底面の攪乱が少ないマット状の施設を利用することが有利である。ただし、波浪による洗掘や栄養株による拡大に課題があり、現状では造成した年のみに藻場が形成され、維持・拡大には至っていない。
- ③ コンクリートブロックや枠は、安定した付着基質となるが、その結果カジメやホンダワラの類が着生し、継続して生育する場合が認められた。この結果から、アマモ場の造成には厳しい海域であっても、その環境に適合する海藻種を選定することによって、藻場の造成が可能となる。
- ④ 海域の特性に適合する海藻種や造成手法を検討する手段として、コンクリート枠や土囊マットを設置することは有効である。
- ⑤ 調査海域の波高測定の結果、最大波高 2.8m、周期 6秒が来襲する砕波帯においても、大規模な消波施設を設置することなく、アマモ場を造成できる可能性が見いだせた。

## 2. 4 今後の課題

冒頭でも述べたように、過去においてアマモが存在した海域であっても、現状において消滅しているとすれば、その海域はアマモにとって適正な環境となっているとは言い難い。場合によっては、過去とは全く変化していることもあり、アマモ場を造成することは困難な海域であるかもしれない。それが、流れや波、底質の不安定さなどの影響によるものであれば、その海域に適合する海藻を選定し、安定した基質を整備することによって、藻場を造成できる可能性はある。そこで問題となるのが、何故アマモでなければならないか、ということである。アマモの場合、コンブやワカメのように直接人間が食す海藻ではなく、またアワビやウニの餌料にも利用されていない。多くの生物の産卵場、幼稚仔の保護・育成場であり、底質の安定、水質の維持や浄化といった点で造成するとしたら、他の海藻でも置き換えることができるのではないか。増殖場造成としてアマモを対象とするのであれば、アマモ以外は生育できない場か、アマモでなければならない根拠を明確にする必要がある、このことが造成目的上の最大の課題である。

技術的な課題としては、調査海域IIで観測された波高、流速および底面変動以下の海域であれば簡易施設で造成可能と考えられるが、現状の構造物では造成後の維持・拡大あるいは再生産に課題が残っており、また経済性や実用性の問題を解決しなければならない。今後も引き続き検討する必要がある。

なお、本調査は南西海区水産研究所資源増殖部藻類増殖研究室との共同研究であり、徳島県および水産試験場、岡山県および水産試験場の協力のもとに実施している。

## 2. 5 引用文献

- 1) 福田富男(1987)：アマモ場造成に関する研究－Ⅷ．播種によるアマモ場造成手法、岡山水試報 2、35-37.
- 2) 川崎保夫、山田貞夫、本多正樹(1988)：電源立地点の藻場造成技術の開発第10報 播種によるアマモ場造成法、電力中央研究所報告U88030、1-21.
- 3) 田中丈裕(1996)：土のう式播種法によるアマモ場造成試験、平成8年度全国沿岸漁場整備開発事業担当者技術連絡会議資料、63-66.
- 4) 下川千代照(1994)：燧灘海域におけるアマモ場造成試験の総括、平成6年度南西海ブロック藻類研究会誌 第14号、48-55.
- 5) 幡手格一(1981)：アマモ場、水産学シリーズ38、藻場・海中林、恒星社厚生閣、93-115.
- 6) 團 昭紀(1996)：藻場造成マットを使ったアマモ場造成試験、平成8年度南西海ブロック藻類研究会誌 第16号、31-36.

### 3 ハタハタの産卵場としてのホンダワラ藻場造成試験

#### 3.1 調査海域

秋田県八森町字小入川地先（岩館漁港内）

#### 3.2 調査の内容

本調査は、資源の減少が著しいハタハタに対して、漁業者が自主的に実施している禁漁の支援策として、ハタハタの産卵藻場の拡大を目的としている。

平成5年度は、これまでの知見により、ホンダワラ類の中でもスギモクを好んで産卵基質として選択していることから、スギモク選択の理由を検討するため、ハタハタの産卵状況の撮影を試みた。結果として、岩館漁港区域内のスギモク群落内での産卵行動の撮影に成功し、スギモクの群落構造が産卵に都合の良い構造であり、加えてハタハタの移動経路と群落の位置の関連性（砂との関連）も窺われた。また、5年度には、施設の安定性や海藻の付着、成長の調査を実施するため、図5に示すA～Eの着定基質としての試験礁を設置した。

平成6年度は、5年度設置の試験礁の設置状況、着生した海藻の種類、成長の度合い等の調査を実施した。また、産卵場の形成要因を検討する目的で、人工産卵基質の開発を試みた。水槽実験では、人工地盤上に設置された基質（石、砂等）の安定実験を行った。

平成7年度は、平成5年度設置の試験礁の状況を調査し、新たな試験礁の選定、設置位置の検討を行った。

平成8年度は、新たな試験礁を設置せず、これまでに設置された試験礁の海藻着生状況を観察した。また、漂砂が激しいと推察される水深において、海底面上に設置した基質（A礁）と石積礁（B礁）では、着生した海藻に相違が見られたことから、漂砂量の相違を測定することとした。

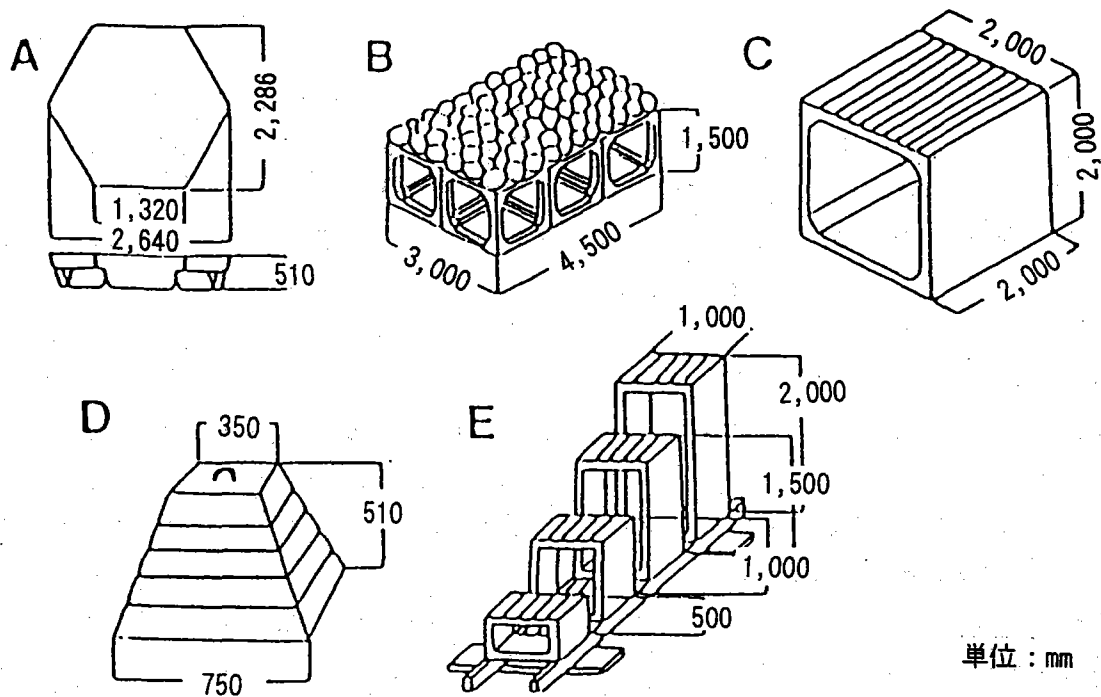


図5 平成5年度設置試験礁の種類と形状

### 3. 3 平成8年度までに得られた結果の概要

#### (1) 試験礁の形状と結果について

平成5年度に設置した石積礁（B礁）は、MF21の大規模砂泥域開発研究会の実証試験に用いられたもので、淡路島西部海域での試験の結果、天然の藻場と同等のカジメの着生があり、砂泥域における藻場造成に有効な形状である。

本調査海域に設置したB礁は、砂の移動によりコンクリートの架台部分が50cm程度の変動幅で砂中に埋没した。また、コンクリート上部に設置した石材も、鋼製の網の腐食と波力により散逸してしまった。しかし、海藻の着生は6年度から確認されており、7年度には種類、量ともに増加した。この状況は8年度も維持されており、同一水深に海底上に設置した基質（A礁）に比べて多くの海藻が着生していることから、嵩上げの効果があったものと推察される。

多段式のE礁は、吉川ら(1992)が山口県阿武町宇田郷地先における調査に使用した試験礁である。この試験礁は、漂砂の影響が懸念される海域において、漂砂の影響の少ない基質面の高さを把握するための調査用構造物である。また、C礁は、E礁によって基質面の高さが決定されたあとに、事業として設置するためのモデル礁である。

本調査海域では、E礁およびC礁ともに砂層厚の深い水深に設置したため、どちらも1.8m程度砂中に埋没してしまい、調査用あるいは嵩上げ礁としての意味がなくなってしまった。

#### (2) 試験礁に着生した海藻

本海域に設置した試験礁に着生した主な種は、スギモク、フシスジモク、ジョロモク、アカモクであった。中でも、フシスジモクとジョロモクはA礁とB礁のほとんどの礁で確認されており、砂の移動等の影響を受け難い種であることが判る。これに対して、スギモクは水深が浅く、天然の藻場に近しい範囲に多く着生している。アカモクも7年7月まではスギモクとほぼ同様の礁において確認されていたが、7年10月以降ではすべての礁から消滅した。

#### (3) 砂の移動に対する基質高さについて

文献2)によれば、「着生基盤の海底からの高さは海底地盤高さの変動、漂砂の影響を考慮して決定する。」となっており、波浪や潮流による海底地盤の変動と浮遊砂の高さと濃度の関係を考慮して決定することになっている。

調査海域に関する地盤変動については、文献4)に示されており、50cm程度の変動が把握されている。これに対して、浮遊砂量については、波浪、流速調査と同時に漂砂トラップを設置し、攪乱の大きい春と秋に測定を試みた。しかし、どちらの時期においても、予測できない波浪および流速のため、トラップが流出し、実際のデータをとることができなかった。

そこで既存の調査データから浮遊砂の高さ変化を検討した。図6（文献5)より）は、北海道苫小牧海岸でのデータをもとに作成された浮遊砂の鉛直分布である。この例から判るように、自然海岸の場合の浮遊砂の濃度は海底面の極近傍において高く、海底から1m程度で急激に少なくなる。また、図7（文献7)より）は、新潟県大潟町の京大観測棧橋で観測されたデータで、有義波高3.2m、周期8.5秒の時の浮遊砂濃度である。このデータは日本海の海岸で、冬季（1月18日）に観測されたこと、周期、波高が本調査海域でのデータに近いことなどから、本海域の状況に類似していることが推察される。

このデータからも、文献5)と同様に海底から1mの高さまでに急激に浮遊砂濃度が減少する傾向が窺われ、海底面から1m以上に基質面を嵩上げすることによって浮遊砂の影響を無視できるものと思われる。

以上のことから、本調査海域での地盤変動は0.5m、浮遊砂の影響範囲を1mとした場合、本海域の漂砂影響の著しい範囲での基質面高さは1.5m以上とすることが望まれる。



#### (4) 施設の形状と基質の材質

基質を嵩上げする方法としては、調査によって基質面の高さが決定された場合に、以下に示すような形状と材質が考えられる。

- ① 高さが確保できる石材を使用する。
- ② コンクリートの塊を使用する。(角柱状のものが経済的)
- ③ B礁のように、梁と柱からなるコンクリートブロックの上に石材を積み上げたものを使用する。
- ④ C礁のように中空のコンクリートブロックを使用する。

どの形状を使用するにしても、海域の物理条件に対して構造・強度、安定性は満足しなければならないことは共通である。その点で考えると、単純な形状のコンクリートの塊が、自由に高さを変えられる便利さと製作面、コスト面で有利と考えられる。しかし、大量に、海域の狭い範囲に設置した場合の砂の堆積や海底地形の変化度を考えると単純に決めてしまうことはできない。漂砂の量が多い場合には、中空の形状のほうが砂の動きに対する影響が少なく、海域全体への環境変化を少なくする意味で有利である。

なお、漂砂中の基質面の砂による擦れの状況を、気中実験ではあるが実施した。実験は、風速60mで、砂(0.2mm)を0.4g/㎡の密度で、塗装した角柱と中空模型に30秒間噴射し、塗装の残否の状況で、基質面への砂による摩擦力の大きさの分布を推定した。その結果、どちらの模型も砂の飛ぶ方向に平行な面は、砂の影響を受けることなく、基質面の損傷は少ないことが確認できた。

また、藻場造成の目的によっても形状や基質が変化することが考えられる。即ち、石材やコンクリートの塊では、海藻の着生のための基質としての機能のみであり、副次的な効果があまり期待できない。これに対して、中空のコンクリートブロックでは、海藻の着生基質と同時に例えば魚類の生息場となる可能性がある。また、基質についても、コンクリートの平板であれば、アワビやウニの生息場としての隙間はなく好適とは言い難い。石材の積み上げであれば、アワビやウニの生息環境も同時に整備できる可能性がある。したがって、事業目的と増殖対象生物の生態に対する適応性から形状および基質を選定すべきで、そのためにはより詳細な調査を実施する必要がある。今回は、ハタハタの産卵場造成という目的のためのホンダワラ類の藻場造成であったが、残念ながら構造物の形状の評価には至らなかった。この点は、今後の課題としたい。

#### (5) 人工地盤上の石材の安定

自然石をコンクリート枠あるいは鋼製枠上に嵩上げ設置した場合を想定し、自然石自体の動きを拘束しない状態で(鉄筋枠あるいは籠、等)安定させる場合の石材の安定重量を水槽実験により把握した。

実験模型は、4本の柱で石材を嵩上げするテーブル状のもので、石材を支える底板部を板状と網状とした2種類を使用した。実験方法および結果の解析方法は、文献9)と同様である。なお、水深は40cm(10m相当)である。

結果は、図8-11に示したように、石材の敷設密度、底板の形状(網、板)、嵩上げ高さによって、重量算定係数Cが変化することが判る。しかし、敷設密度が高くなるにしたがって、Cは1程度となり、囲礁内の石の重量と同程度で良いことが判った。また、密度が低い状態においても、短い波で2.2以下であり、囲いとしての枠の効果が高いことも理解できた。

底板が網状のものは、上下方向の海水流入により石材中の堆積物を少なくする効果が期待でき、板状のものは堆積物を増やす傾向が窺われた。このことから、石材の使用目的に応じて底板を選択すること必要と感じられた。

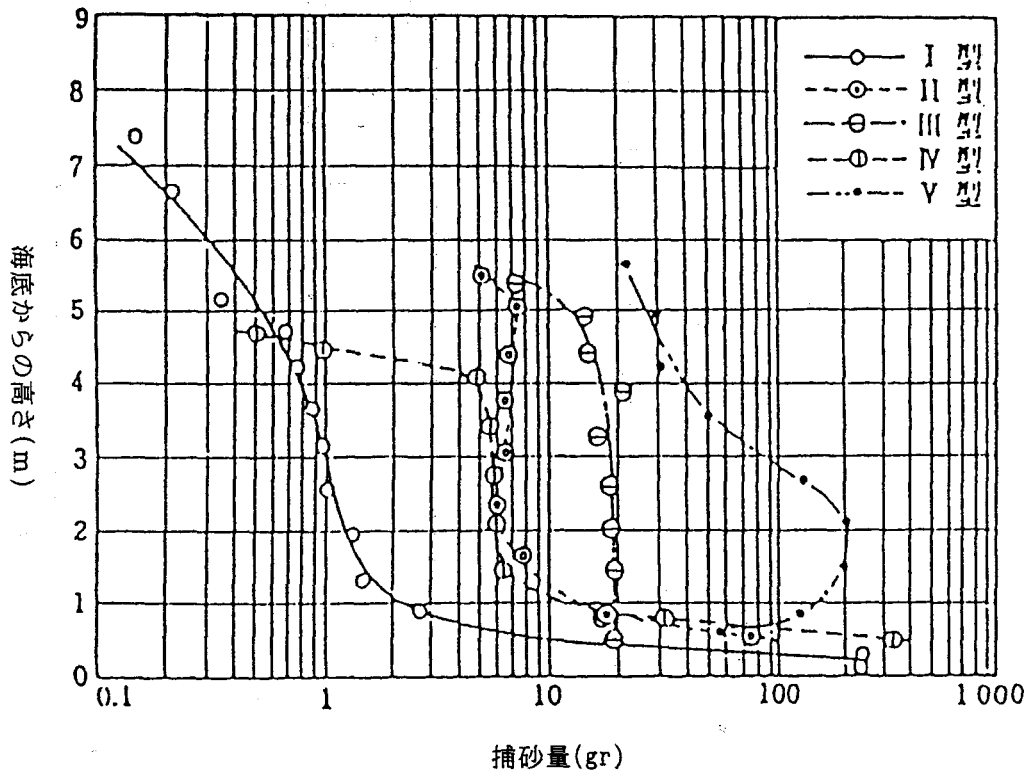


図6 浮遊砂量の鉛直分布

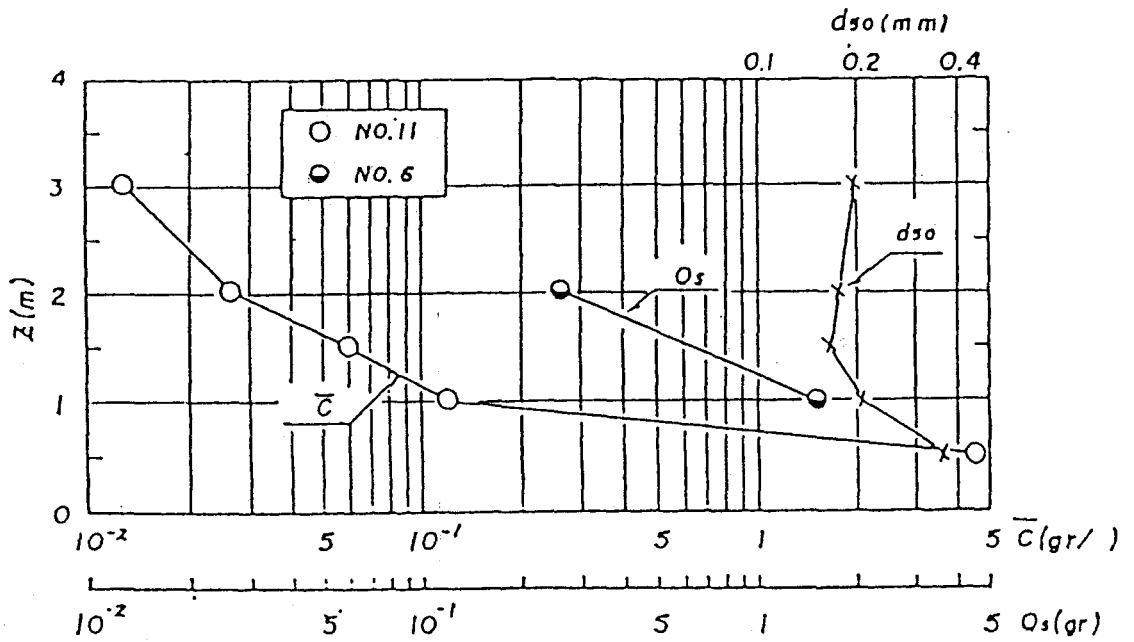


図7 浮遊砂濃度と捕砂量の鉛直分布

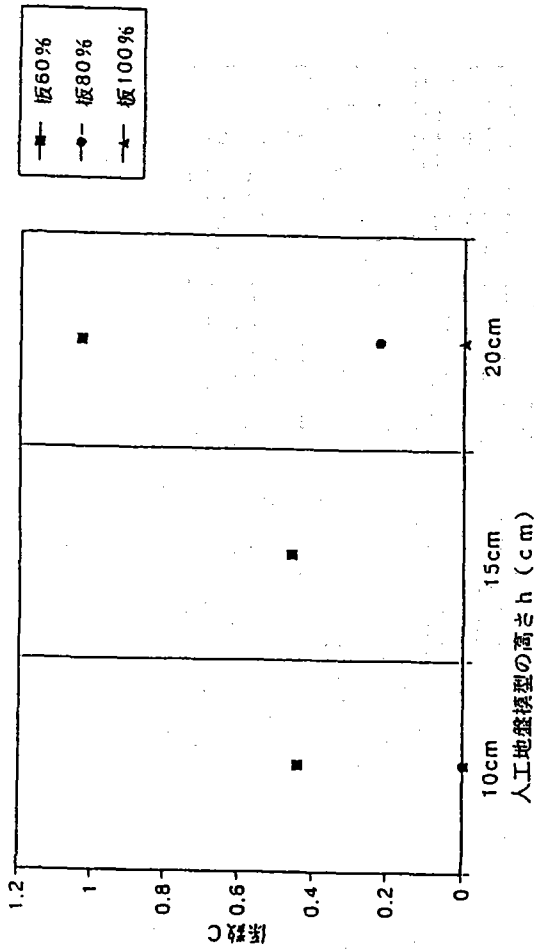


図10 安定重量計数Cと人工地盤模型の高さhとの関係 (T=2.5秒、板)

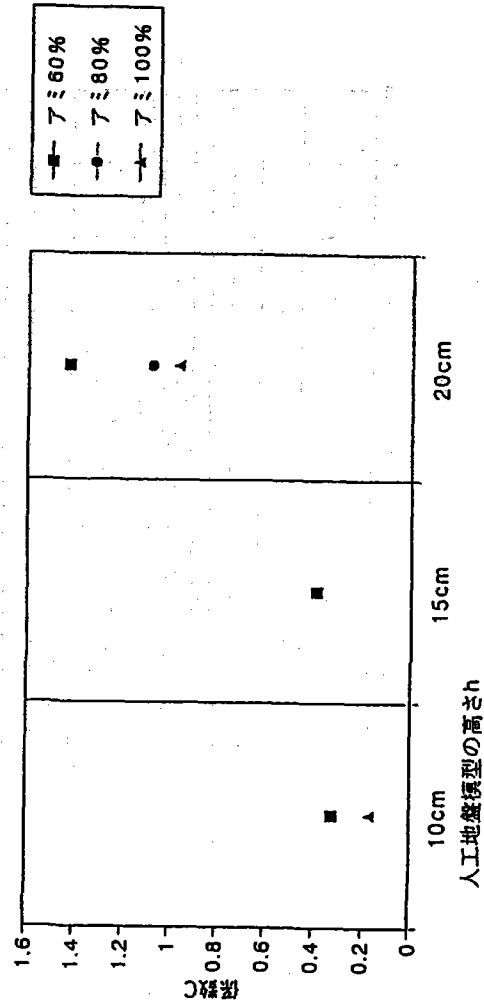


図11 安定重量計数Cと人工地盤模型の高さhとの関係 (T=2.5秒、網)

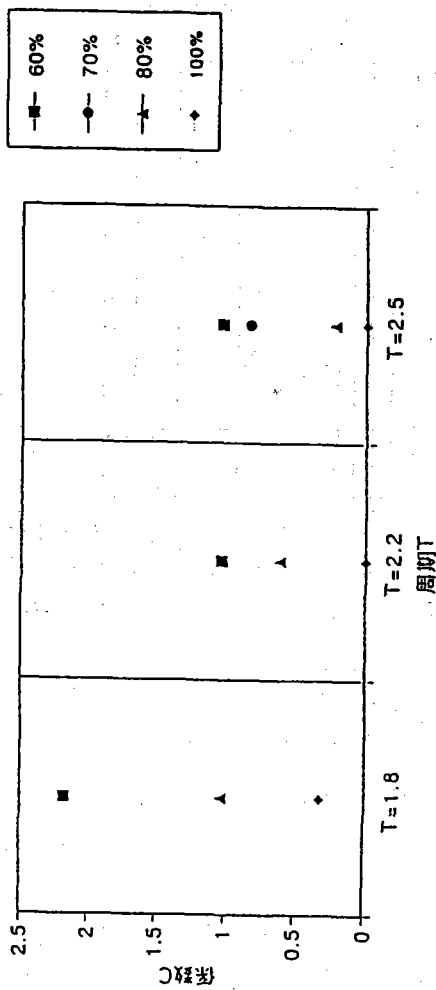


図8 波の周期Tと安定重量算定計数Cの関係 (h=20cm、板)

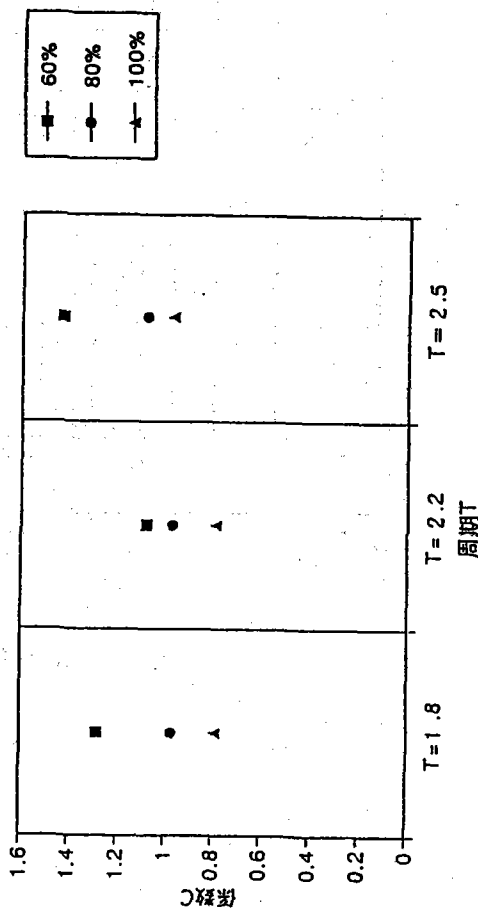


図9 波の周期Tと安定重量算定計数Cの関係 (h=20cm、網)

### 3.4 今後の課題

平成8年度までの結果から、ハタハタの産卵場を中心とした周辺の下底地形、底質、砂層厚、および植生が調査され、試験礁への海藻の着生状況が把握されたことから、砂層厚が少なく、また砂の移動による影響も少ない範囲と大きい範囲が明確となった。また平成8年度には、沖波波高、周期、波向と、試験海域の波高、および流速分布、底質変化の観測が行われた。これらの結果から、多少の課題は残っているものの、漂砂が予測される海域でのホンダワラ類を主体とする藻場造成手法が、主に工学的な問題が整理されたものと思われる。

なお、本調査は秋田県及び水産振興センターとの共同調査として実施している。

### 3.5 引用文献

- 1) MF21(1992):大規模砂泥域における藻場造成技術の開発技術資料(昭和61~平成2年度)、87-105.
- 2) MF21(1992):砂泥域における藻場造成に関する実用技術マニュアル、3-10.
- 3) 吉川浩二(1994):碎波帯におけるホンダワラ類藻場造成、南西海ブロック 第12回魚礁研究会報告、53-62.
- 4) 全国沿岸漁業振興開発協会(1996):平成7年度特定魚種漁場整備開発調査ハタハタ調査報告書、11-37.
- 5) 土木学会(1985):水理公式集 昭和60年度版、551-552.
- 6) 福島久雄、柏村正和(1958):漂砂とその測定(第III報)、第5回海岸工学講演会講演集、53-59.
- 7) 野田英明(1967):波による底質の浮遊、第14回海岸工学講演会講演集、306-314.
- 8) 三本菅善昭(1996):藻場の現状について、平成8年度全国沿岸漁場整備開発事業担当者技術連絡会議資料、水産庁振興部開発課、1-15.
- 9) 明田定満、高木儀昌、他(1992):石材の所要重量算定法に関する研究、水産工学研究所技報(水産土木)、第14号、77-88.

## 4 摘要

本研究は、内海砂泥域ではアマモ場、外海砂浜域ではガラモ場を対象として、それぞれの造成手法の開発を目的に調査を実施した。前者については、造成適地とされている場では人為的な管理と播種を中心とした手法で造成可能であることを確認した。同時に、海底面上での流体攪乱を助長するような重量構造物を設置することは、場合によって逆効果となることも判った。また、種子の安定を目的として開発されたアマモマット(岡山県開発)を利用し、その発芽、成長および再生産の状況を調査することによって、マット設置海域の場の評価が可能となり、マット上で発芽したあと波浪、流れて芽が流出するような海域では構造物の必要性が認められた。海域によっては、設置構造物に対象外の大型多年生海藻が比較的簡単に繁茂することがあり、アマモ場造成の意義を問い直す必要性を感じた。一連の調査において、碎波帯近傍の波環境の厳しい海域でも造成の目処がしたが、その持続性が課題として残された。

後者について、外海砂浜域での制限要因は、基質の安定性(滑動、埋没)と漂砂・浮遊砂による着生海藻の減耗で、これを回避するための構造物として海底面から基質を持ち上げる人工地盤の効果を検討した。その結果、基質の高さは、海底地盤変動プラス1m以上の高さを必要とし、これによって漂砂および浮遊砂の影響を大幅に軽減できた。基質の形状はフラットで、面積を広くすることが漂砂の影響軽減の重要な要素である。秋田県八森町岩館漁港内に設置した試験礁には、フシスジモク、ジョロモクが繁茂し、ハタハタの産卵基質として機能したことが確認された。