

アマモ場造成の問題点とその解決法 - 播種法を中心として -

岡山科学技術専門学校講師
医学博士 福田富男

1、はじめに

藻場や干潟の効用は一般的に理解されておらず、従来から粗末に扱われて来た。また藻場や干潟が存在する場所は水深が浅く、総じて大都市周辺に存在することが多いため、戦後の高度経済成長期に埋め立てられ工業地帯、宅地造成などに利用されることが多かった。加えて人口増加、経済成長に伴う水質、底質の悪化が藻場、干潟の減少に拍車をかけたと言える。

近年漁業生産の減少、環境悪化の観点から、藻場、干潟の効用が見直され、現存場所の保護と共に藻場、干潟造成技術開発が求められるようになって来た。現在、各種自治体、団体、企業が中心となり技術開発を実施している。また、一部では市民グループによる環境改善方法の一環として取り組む姿勢も見られるようになってきた。ここでは藻場の効用やアマモ場を中心とする藻場造成の歴史、最新の方法及びそれらの問題点などの概略を説明する。

2、藻場の一般的効用

藻場と呼ばれるものは一般的に、アマモを主体とするアマモ場とホンダワラ類を主体とするガラモ場に区分されることが多い。アマモ場の構成種として日本ではアマモ、コアマモ、オオアマモ、タチアマモ、スゲアマモなど7種類が分布するとされるが、アマモ以外はほとんど分布が見られない。ガラモ場の構成種はホンダワラ、アカモク、ウミトラノオなどのホンダワラ科が主体であるが、ヤハズグサ、マクサ、オゴノリ、イバラノリなどの褐藻類や紅藻類も混在して全体としてガラモ場と呼ばれることが多い。

環境面から見た藻場の一般的な効用としては、陸上の森林に例えられ、酸素の補給など生態系の保全とともに、静穏域の作出があげられる。

これら藻場造成方法などの各種問題に関して以後はアマモ場を中心に述べることにする。

3、アマモ場の漁業生産における意義

アマモ場は漁業生産上非常に有用な役割を果たし、その主なものは稚魚や未成魚の生息場、親魚の産卵場、貝類の生息場などを提供している。また、風波などによって流出した葉体は流れ藻となり各種魚類の稚魚時代の浮遊生活の場所を提供している。その意味では、人工海藻などもその代役として利用されている。また、沿岸域にアマモが生育することで、沖合いに拡散する沿岸栄養物質を吸収しエネルギーの固定、ひいては沿岸環境の保全に貢献していると言える。

4、アマモ場の現状

岡山県におけるアマモ場面積および日生海域におけるアマモ場の経年変化を図1に示した。

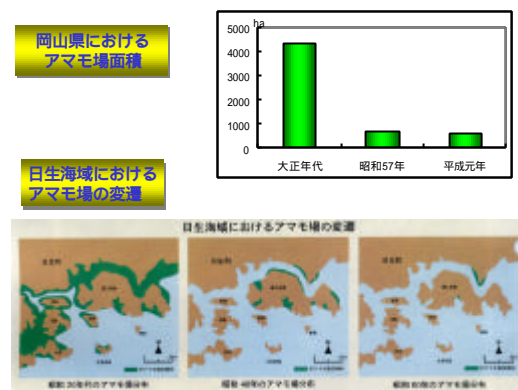


図1 岡山県におけるアマモ場の経年変化

岡山県全域で平成元年には大正年間に比較し1/10にアマモ場が減少し、日生海域におけるアマモ場も昭和60年現在で昭和20年頃に比較し激減しているのが分かる。減少した原因は不明なことが多いが、確実に言えることは、その多くは埋め立てによる物理的な減少であることだ。しかし、日生海域などは大規模な埋め立ては実施されておらず、水質汚濁、砂の移動、自然災害、漁業なども減少の原因として指摘されている。しかしこの減少は全国的（全世界的）な現象でもあり、Wasting Disease（荒廃病）などと呼ばれたこともある。一方、広い視野で見た場合、海域によっては増減を繰り返している海域も見られ、拡大例も見られる。いずれにしても現存する藻場の保護と育成が急務であると言える。

5、アマモ植物体の構造

図2にアマモ植物体の構造を示した。アマモは大きく分けて株（栄養株）と花枝（生殖株）に分類され、さらに各々に地下茎とひげね（根）が認められる。

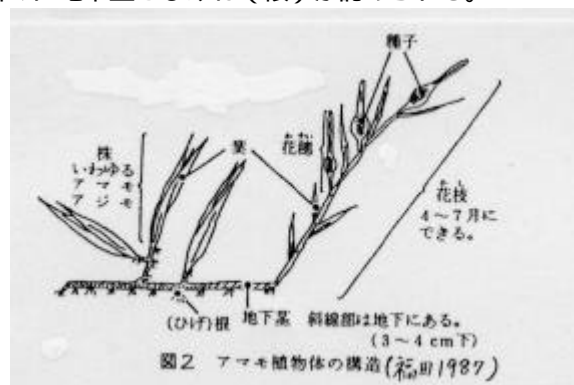


図2 アマモ植物体構造図

地下茎部分は海底泥中に埋没し、場所に応じて泥中深くまで伸張して根は礫、貝殻などを巻き込み葉体部の固着に寄与している場合もある。また株は地下茎部分も含めて一般的に総称として株（または栄養株）と呼ばれることが多い。株は地上（水中）部に葉体があり、また地下茎部分で分枝（新芽）して海底面上を匍匐する形態でその分布を広げるがその基部に各々1個の成長点を持ちそれ以外の場所では成長が認められない。従ってアマモの植物体を移植する場合は、この成長点を含んでいることが重要と言える。

花枝は季節的に出現し、岡山県下では4～7月、神奈川県下では3～6月、石川県下では1～5月に繁茂する。葉体と花穂（かすい）を持ち、開花・結実し花穂内に種子を形成する。一般的に終期では根本部分から枯死・切断され、海上に流出する場合が多く種子の分布範囲を拡大するのに貢献しているものと推測される。

6、アマモの生活史

アマモの一般的な生活史を図3に示した。場所によって消長の時期は異なるものの、一般的に栄養株による生活環と生殖株（種子）による生活環に大別される。

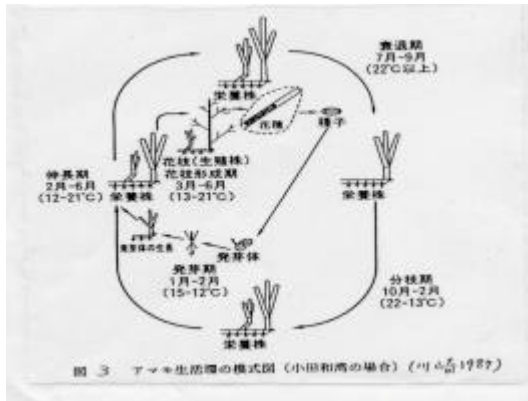


図3 アマモ生活史

神奈川県下小田和湾での栄養株による生活環は伸長期2～6月、衰退期7～9月、分枝期10～翌2月とされる。生殖株による生活環は花枝が3～6月に出現し種子が形成されて付近の海底泥中に埋没する。その後、翌年1～2月（岡山県下では12～1月）に発芽して成長し、栄養株による生活環に組み込まれて行く。また、そのまま花枝を形成して種子により越冬するいわゆる一年性の生活環を示す場合も見られる。

7、アマモ場造成の歴史

外国では古くからアマモ場の研究が行われていたが藻場造成そのものはほとんど行われておらず、一部の研究者がその移植方法などを研究しているにすぎない。その方法として種子による播種（はしゅ）法と植物体の移植法が検討され、播種法は種子が流失する、発芽率が低いなどの点で不相当であり、植物体の移植法が最適とされている。

植物体の移植方法として、Sod、Plug（図4）などが検討され、Plugによる方法が最適とされている。



図4 Sod（左）、Plug（右）による移植法

日本国内では、山口内海水試（1964～67、株の移植）、大分県浅海漁業試験場（1973～76、播種）、新潟水試栽培漁業センター（1976～78、種子の発芽試験）、愛知水試（1977～79、ヤシマットによる播種試験、花枝投入試験）、岡山水試（1980～84、発芽試験、実生移植、播種）、広島水試（1983～84、発芽試験）、香川水試（ポット法（図5）鳥取県（移植試験）広島市（1986～92、播種、粘土結着法（図6）ムシロ法、ポット法）山口内海水試（1964～67、株の移植）などが検討されている。

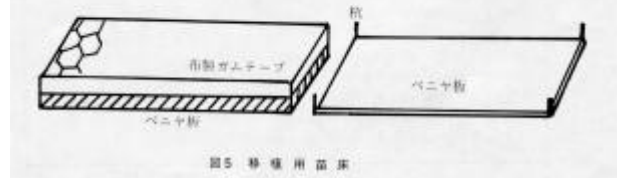
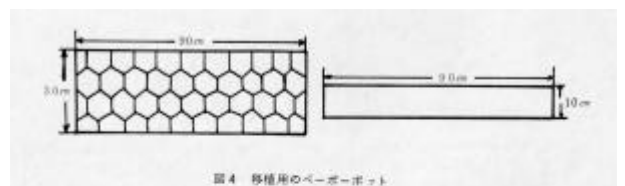


図5 ポット法

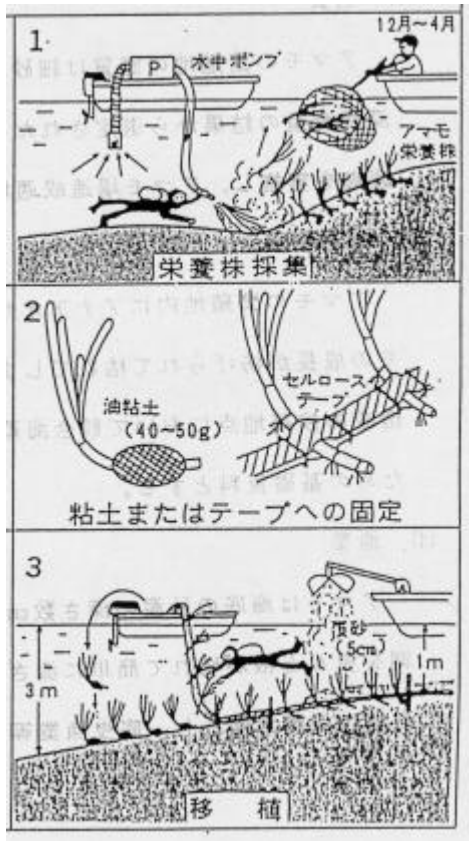


図6 粘土結着法

これらの種々の手法について大別してみると、種子の直接播種、実生（みしょう）苗の移植、植物体の移植に分けられ外国の歴史と大差ないことが分かる。植物体の移植はおおむね多大の労力と経費を必要とし、更に前述したようにアマモ植物体の成長点を移植する必要があるため、移植体を採集した場所は確実にアマモが減少していることになる。また実生苗の移植も労力と経費がかかる点は同じである。一方、種子の直接播種は不安定な要素を含んでいるものの、労力と経費に関しては有利と見え、特に特別な道具や施設を必要としない点で漁業者や市民などが実施する場合に適していると言える。



図7 日生町アマモ場造成例
漁業者自らによる7haにもおよぶアマモ場造成は全国でも例がない

また実際例（図7）として、岡山県備前市日生町に於いて過去に播種法を用いて漁業者自らが7haにもおよぶアマモ場を復活させ、播種法の有効性を証明している。結論として現在のところ播種法がアマモ場造成には最適と思われるので以後は播種法を中心にその方法と問題点について述べる。

8、播種法の開発（種子の採取と保存）

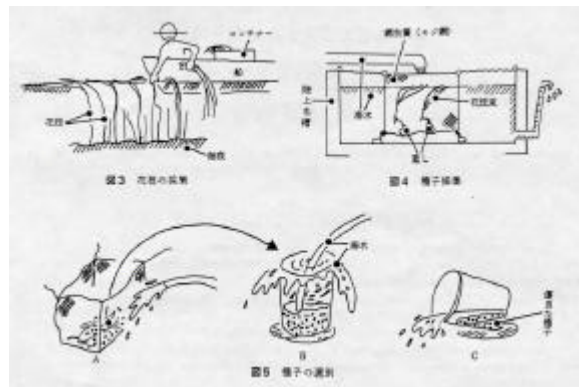


図8 種子採取法

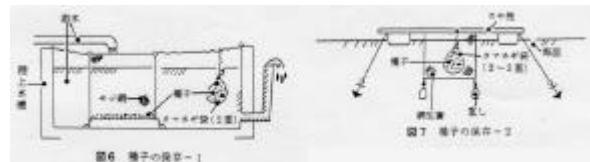


図9 種子保存法

図8に岡山県下での種子採取法を示した。6月中下旬ころ大潮の干潮時に船上から花枝を採取する。ウエーダーを着用して海に入り採取することも可能である。それらを束ねて重しをつけ1mm目合いの網生簀などに收容し、多少の通気を行う。花枝は花穂内の種子の成熟と共に枯死分解し、成熟した種子は網生簀の底部に集まるようになる。8月下旬頃、網生簀内の葉体残査などを取り除き比重選別を行うと優良な種子が得られる。

図9に種子の保存法を示した。採取した種子を1mm目合いのタマネギ袋などに收容して、花枝を收容していた水槽などに適当な流水状態で保存する。冷蔵庫が利用できる場合は海水を満たした容器に收容し約5日で保存可能である。冷蔵庫内保存期間中通気などは必要なく、水替えも10日に1回程度で十分である。

漁業者が取り組むために、岡山県下ではカキ養殖用筏を利用して種子の養生、保存などを検討したため、図9にその方法を一部紹介している。

9、播種基盤の開発

前述した日生町の漁業者によるアマモ場造成は、上記の方法を用いて種子を採取、船上から直接播種して実施されたものである。しかし、この方法と同様に船上から単純に播種するだけでは種子の流失などのためアマモ場造成が計画通り行えない場所もあることが判明した。

そのため播種した種子を目的の場所に固着させる技術開発が求められ、播種基盤の開発が開始された。日本植生株式会社と岡山県水産試験場の共同で当初、ヤシマットなどに単純に種子を植え付ける方法から着手したが、発芽率などの面で問題が多く、採用に至らなかった。

次に陸上の法面工事などの植生に利用するベルデマット（商品名）を改良して流用を試みたところ、かなり有効であることが判明した。

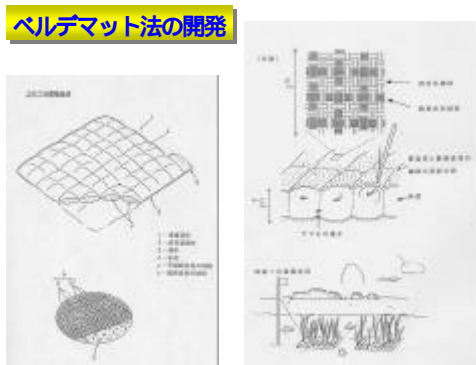


図10 ベルデマット法の開発

図10にその概略を示しているが、腐食性繊維と難腐食性繊維を組み合わせた座布団状のマット内に種子、砂、泥、肥料などを混入し海底にセットする。この方法により潮流の早い場所でもアマモ種子を固着させ、確実にアマモ場造成が可能となった。

これらの技術開発の結果得られた、代表的な3つの播種法について以下に説明する。

10、代表的な種子播種法とその問題点

まず、最初に前述したベルデマット法であるが図11にその概略法を示した。



図11 ベルデマット法

利点は各個が小型であるため取扱が簡単であり、また製造コストも比較的安価で発芽率も高い点があげられる。欠点としては大型のマットが製作しにくく大規模な造成が困難、波浪でマットが移動する、場合によって設置作業に潜土を必要とする点などがあげられる。なお、この方法は日本植生株式会社と岡山県の共同出願で特許

を取得している。

次にコロイダル・シリカ法があげられ、その概略を図12に示した。この方法は株式会社東京久栄が開発し、特許を取得している。

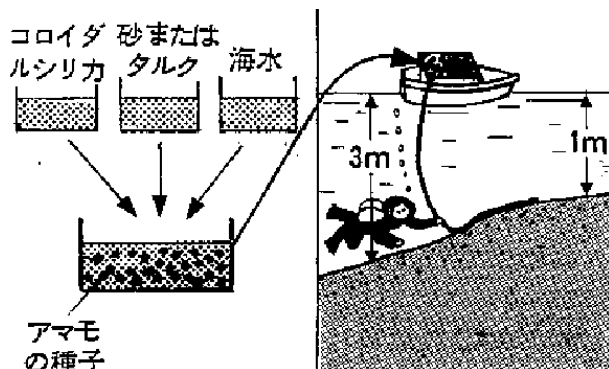


図12 コロイダル・シリカ法

方法の概略はコロイダル・シリカ、砂またはタルク、海水を混合しゲル状になったものと種子を混合してチューブなどに詰めるか、船上から加圧ホースにより海底泥に埋める方式である。利点はほとんど資材を必要としないところであるが、欠点として大規模な造成が困難である、潜土が必要でありコストがあがるなどの点があげられる。

最後は東洋建設株式会社が開発し特許を取得している播種シート法があげられる。図13にその概略を示している。

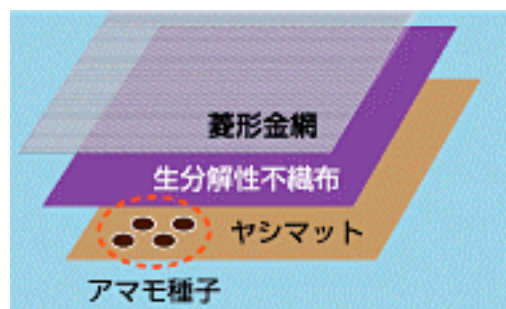


図13 播種シート法

方法の概略はヤシマットの上にアマモ種子を播き乾燥防止の塗料を塗布した後、生分解性不織布、菱形金網を層状に敷き詰めて完成する。これを巻物状に巻いて沖出し後、設置する。利点は大型の製品が製作可能である、究極的には工場生産が可能であるなどの点があげられ、欠点として敷設に経費がかかる、波浪でめくれたり移動したりする、発芽率がやや低いなどの点があげられる。

以上3方法とも利点と欠点を含んでおり、その特性に応じてアマモ場造成を実施する際に検討・採用される必要がある。また、3方法に共通する大きな問題として、施設外へのアマモの伸張がほとんど行われない点があげられ、後述する造成地自体の底質改善などが今後の課題となる。

1 1、残された問題点

前項で述べたように、各種のアマモ播種法により施設を設置した場所でのアマモ場造成はある程度可能になった。しかし、その場所を核にして周囲にアマモ場が自然発生的に増加し存続して行く状態には至っていないのが現状であり、これらに関する研究が望まれている。また、以下に述べるような問題点も明らかにしていく必要がある。

- ・物理的の流失に対する潮流、波浪の強度、底質などの関係解明
- ・濁りの起源と移流拡散機構の解明
- ・生活史の各ステージにおける光要求量解明
- ・種子減耗の原因解明
- ・発芽、生長に好適な底質の条件解明
- ・花枝、種子、栄養株の形成量を決定する支配要因の解明
- ・栄養株が健全な状態で存続するための最適条件解明
- ・アマモ種子の人工採苗技術の確立

1 2、今後の問題点、特に遺伝子攪乱の問題

アマモ場造成法は大別して植物体の移植と播種による方法が存在することを述べた。移植法では遠距離の移植は労力と経費の面から基本的に不可能である。しかし、播種による方法では、外国からでさえ種子の導入も比較的簡単と言える。そのため今後種子によるアマモ場造成を計画する際には以下に述べるような点に留意し不要な遺伝子攪乱による環境破壊などを防止する必要がある。

- ・日本のアマモ類には7種類が存在
- ・アマモについても系統があることが指摘されている
- ・DNA解析の結果、日本海側と太平洋側で遺伝子に分岐が認められる
- ・瀬戸内海でも地域差がある
- ・厳密に言えば数メートル離れた場所にさえ差があるとも言われている

1 3、岡山県日生地区藻場造成事例の紹介

岡山県備前市日生町地区で、従来からのアマモ場造成研究の集大成として、アマモ場を核とする漁場整備事業が開始された。具体的には平成14年度から「東備地区広域漁場整備事業」(海の森づくり)として750haの海域で、平成21年度までの8年間で総事業費26億5千万円をかけて藻場づくりを行う。長年の研究から得られ、これらの基礎となった知見は以下の通りである。

物理的環境からのアマモ場造成適地条件

- ・海底勾配：1/50以下
- ・波高：0.5m未満 但し D.L. - 0.4m以浅では0.2m程度
- ・光量子数照度消散係数：0.64 ~ 2.30 / m
- ・粒度組成：砂分の割合が高い方がよい

これらの条件を満足させる施設や環境を整備し、また設置した施設も総合的に漁場として利用する計画である。事業の概念を図14に示した。

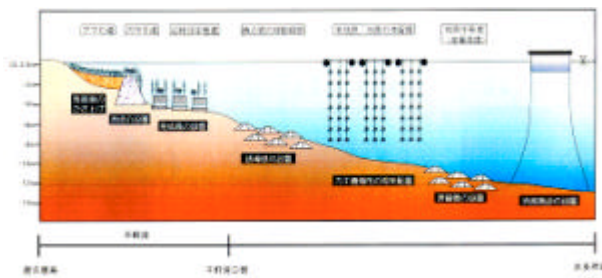


図14 東備地区広域漁場整備事業概念図

最奥部にはアマモの生育に適する水深を確保するため潜堤を作り、底質改良も含め砂・カキ殻などで地盤高を調整、各種の播種法によりアマモ場を造成する。また、波浪を軽減するため沖合いに浮き消波堤を設置、その内面ではカキ筏などによる養殖も行くと同時にカキ筏自体を消波構造物として利用する。海底面には魚類の成長段階に合わせた各種の施設を設置して、保護・育成を図ると同時に漁場としての機能も持たせる工夫をする。つり筏なども併設し、漁業者だけでなく総合的なレクリエーションの場としても利用可能な形態をとる計画である。

1 4、おわりに

日生地区におけるアマモ場造成の歴史は古いが、このように発展的な形で結実したのは根本的に漁業者自らが積極的に働いたからに他ならない。このことが示すように海に関しては、いくら有益な事業と言えども漁業者の協力無くしては絶対に成就することは不可能であろう。従って今後アマモ場造成を進めて行く上で、どのような形態であれ、漁業者あるいは市民の意見や協力を第一義に考えて行く事が最重要と言えるのではなかろうか。



漁業者の笑顔が最大の推進力!

図15 漁業者の協力が最重要