

海中林用基盤の造成適地と適期の選定

Selection of Place and Season for Construction of Artificial Algal Substratum.

寺脇利信^{*1}・川崎保夫^{*1}・伊東 宏^{*2}・中嶋 泰^{*3}

by T.Terawaki, Y.Kawasaki, H.Itoh and Y.Nakashima

Kelp forest consisting of Eisenia bicyclis and Ecklonia cava is important for production of fishery resources and conservation of marine environment. It is necessary for maintenance-free kelp forest creation to select the suitable place and season for construction of artificial algal substratum. Important factors to select the place are topography, geologies, iso-thickness of sand, distribution of kelp forest and appearance area of young kelp plants. Important factors to select the season are maturation period of adult kelp plants and appearance season of young kelp plants.

Key Words: artificial algal substratum, kelp forest, place, season.

1. まえがき

社会ニーズの環境保全への移行により、海洋開発行為に関しても、周辺での快適な環境の創造と、これを地域と協調して活用する技術の開発が求められている。それらの流れの中で、環境の保全と水産業を通じての電源地域の振興の両面に役立つ藻場造成技術の開発・実証が要請されてきている。

これに関して、川崎ら(1992)により、ウニやアワビなど重要な魚介類の生息場や餌場ともなる海中林(コンブやアラメ・カジメ類などの岩場に生育する大型海藻類の藻場)の造成技術の現状が整理されたとともに、砂地海底で、かつ、基盤の設置のみで海中林が形成・維持されるメンテナンスフリーの造成技術を開発するために必要な課題が抽出された。

そこで、実証試験の実施にご理解をいただいた三浦半島西岸の横須賀市大楠漁業協同組合の主に秋谷支所に漁業権が認められている海域での、1987年度から1989年度の3ヵ年間の、アラメおよびカジメの生態に関する調査から、海中林用基盤の造成適地と適期の選定について検討した結果を報告する。

2. 前提とする条件

本研究では、可能なかぎり、対象海域での自然の海藻植生に類似した状態(近自然化、生態模倣、Copy Nature などと呼ばれる手法による)の海中林を形成させるための海藻類の生育基盤を造成することを重要視し、以下の3点の前提条件のもとに進めている。

(1) 砂地海底での実施

対象の海域の岩場には海中林が存在しているが、海域内には広い砂地海底が存在し、それらの場所を海中林に改変する場合を想定して、砂地海底に人工的で物理的に安定な基盤を設置することとする。

(2) 基盤設置工事のみの実施

海域内に生育している自然の藻体から放出された胞子が設置された基盤に着生して生育することを、あらかじめ確認する。従って、成熟した母藻や育成した種苗の移植等の人為的な藻体の補給をしない。

(3) メンテナンスフリー

海域内での自然の生態遷移の結果として海中林が形成されるため、基盤設置後に、対象の海藻種の生育を補助するために対象外の動植物を除去する等の人為的管理を行わないメンテナンスフリーとする。

^{*1} (財)電力中央研究所水理部水域環境研究室(〒270-11我孫子市我孫子1646)

^{*2} (株)東京久栄環境調査部調査二課

^{*3} 三洋テクノマリン(株)環境技術部環境調査室

3. 適地の選定に資する情報

三浦半島西岸の横須賀市秋谷地先海域における調査の結果をもとに、海中林用の基盤の造成適地の選定に資する情報を以下に整理した。

基盤の造成適地については、対象とする海藻（海中林を形成する種類）の生育にとっての生物環境条件からみた適地と、基盤の工法および造成した基盤の砂による洗掘・埋没などの物理環境条件からみた適地の両面を満たす必要がある。ここでは、その両面について、まとめて説明する。

(1) 海底地形、底質および生物の分布

1987年6月の調査結果によると、沿岸部では凹凸の激しい岩場が、沖合部では緩やかな斜面の砂場が広がり、アラメおよびカジメは、岩場の全ての岩および礫上に分布し、サザエが特に多い岩上にも、アワビ類が特に多い礫上などにも群落が認められた（図-1）。

アラメは、水平的には離岸距離 0.5～1 km 以内および垂直的には水深 5 m 以浅に分布し、カジメは、水平的には離岸距離 0.5～1.5 km に、垂直的には水深 2 m 以深に分布するが、アラメで水深 3 m 付近で、カジメでは水深 5～10 m で生育密度が高かった。

これらのことから、本海域では、造成した基盤に対して、三陸沿岸（谷口1990）のような、ウニなどの底生性の藻食動物の除去などの管理が不要である。また、海域内でも、場所および水深によって造成対象種が変化し、垂直（水深）的範囲としては、アラメ用では水深 3 m 付近、カジメ用では水深 10 m 付近が中心となる。

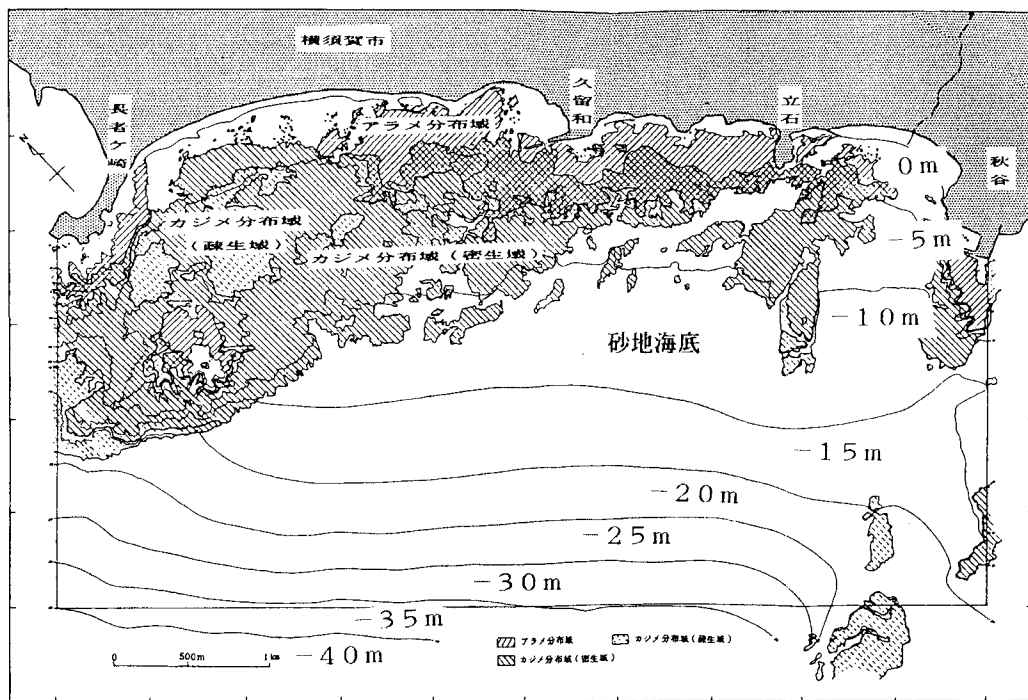


図-1 秋谷地先海域の海底地形、底質および海中林の分布（寺脇ら1991を改変）

(2) 砂地海底の砂面の変化

海域内でも水深 10 m 以深での砂地海底の割合が大きい久留和から立石にかけてを中心に調査した結果では、岩場の沖側 10～100 m の範囲の砂地海底は、砂層厚が 1 m 以下であり、7 月（1989 年）より 1 月（1990 年）の方が 20～30 cm 厚かった（図-2）。

また、本海域では、水深 3 m のアラメが分布する岩場に近接する砂地海底での砂面高は 30 cm 程度の範囲で、一方、水深 10 m のカジメが分布する岩場に近接する砂地海底での砂面高は 15 cm 程度の範囲で増減することが把握されている（寺脇ら 1991）。

更に、砂地海底に設置された基盤の砂中への沈下は、基本的に、基盤が砂層の下の岩盤に到達するまで止まらなと考えられ、沈下して無効になる分の考慮が重要になる。

これらのことから、実用上は、基盤の高さをあまり高くせず、砂層厚の薄い場所を捜し出し、季節あるいは経年的な砂層厚の変化を把握して、最大の時期のデータを用いることとする。

従って、本海域では、沈下量に砂面の垂直的な変化量を加えた基盤無効高を1 mと見込むと、基盤の造成適地の水平的範囲は、砂層厚50 cm以下が中心となる。

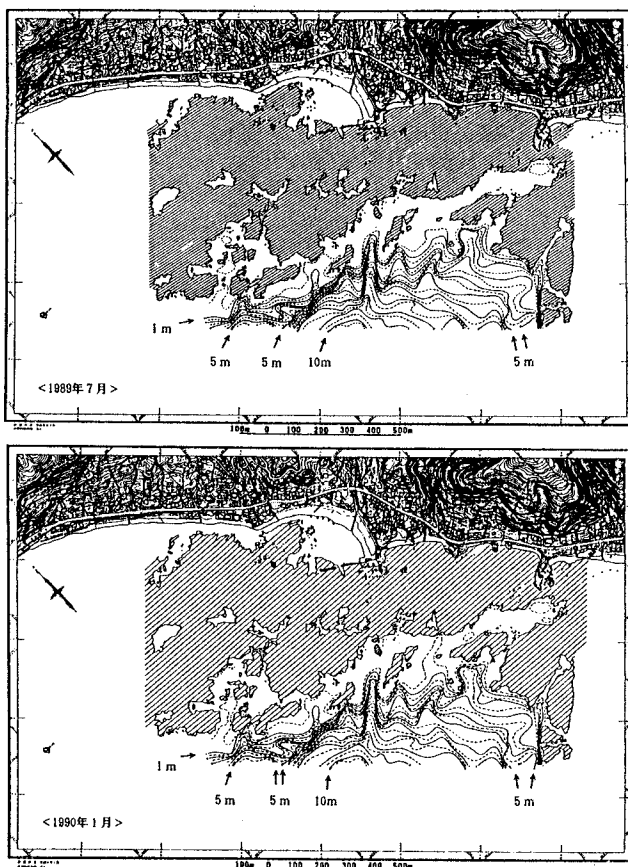


図-2 秋谷地先海域の砂層厚分布図
(寺脇ら1991より)

(3) アラメ・カジメ幼体の出現範囲

海中林の存在しない砂地海底に基盤の設置工事のみ実施し、海域内に生育している自然の藻体から放出された胞子(アラメ・カジメ類では大きさが数mmの遊走子;文末の参考図を参照して下さい)が着生し生育する範囲をあらかじめ確認するため、1989年10月に図-3に示す試験施設を、海域内の9カ所の砂地海底から立ち上げた。

試験ロープ(付着ロープと呼ぶ)を、設置3か月後の1990年1月に回収して、観察および計数した結果では、群落から

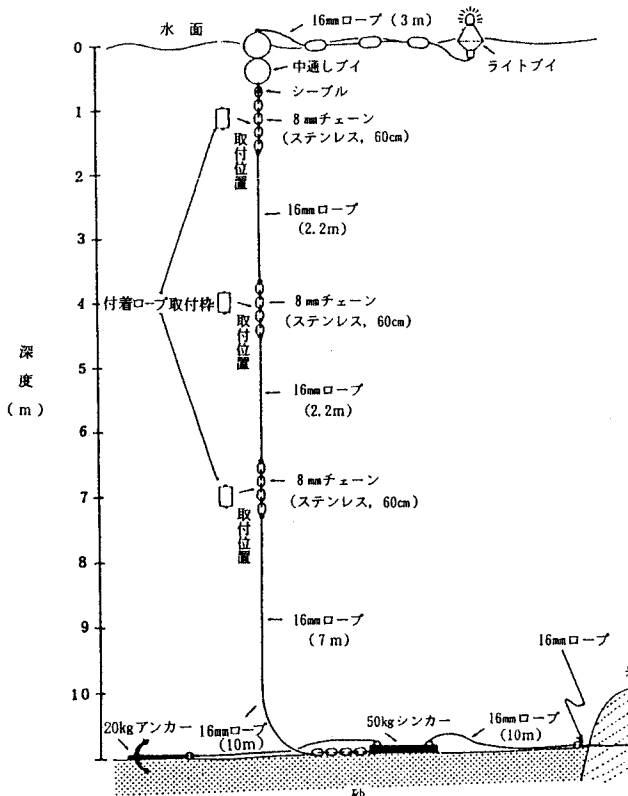


図-3 アラメ・カジメ幼体の出現範囲を確認するための試験施設(寺脇ら1991より)

最大で 500m 離れた場所の試験ロープに、アラム・カジメ幼体の生育が認められたが、100m 以内の場所で、生育密度が比較的高かった（図-4）。

砂地海底に、アラムおよびカジメ用の基盤を設置する場合、遊走子の到達および着生した藻体の生育が可能な範囲として、自然群落からの距離の考慮が重要となる。

これらのことから、本海域では、母藻や種苗の移植が必要ない基盤の造成適地の水平的範囲は、アラム・カジメ幼体が密度高く出現した、自然群落からの距離 100m 以内が中心となる。

このように、砂層厚など砂面の変化という物理的な条件の面から見ても、胞子の着生とその後の生育という生物学的な条件の面から見ても、海中

4. 適期の選定に資する情報

秋谷地先海域における調査の結果をもとに、海中林用の基盤の造成適期の選定に資する情報を以下に整理した。

基盤の造成適期については、対象とする海藻（海中林を形成する種類）の遊走子が、基盤の占有を競う他の固着動物に先駆けて着生し、生残率高く生育し、その結果、群落が多量に形成されるための適期と、基盤の工法および工期からみた適期の両面を満たす必要があるが、ここでは、生物面について述べる。

（1）アラムおよびカジメの成熟時期

アラムおよびカジメは、大型の成体に子のう斑（胞子のつくられる部分）が認められることで、藻体の成熟の有無が判断できる。

アラムでは、垂直分布の中心帯の水深である 3m で、成熟率（子のう斑を有する個体数／大型の成体 30 個体）が 80% 以上の時期は、8 月から 3 月にかけての、主に、秋から冬であった。しかし、アラムの、子のう斑を有する個体は、通年、認められた。

カジメでは、垂直分布の中心帯の水深である 10m で、成熟率が 80% 以上の時期は、6 月から 11 月にかけての、主に夏から秋であった。また、カジメでも、子のう斑を有する個体は通年認められたが、1 および 2 月の冬に成熟率が 20% 程度まで下がること

が、アラムと異なっていた（図-5）。

以上のことから、自然群落のアラムおよびカジメ藻体の成熟状況からみた場合、海中林用の基盤の造成適期はアラムでは 8～3 月とカジメの 6～11 月より長くなる。

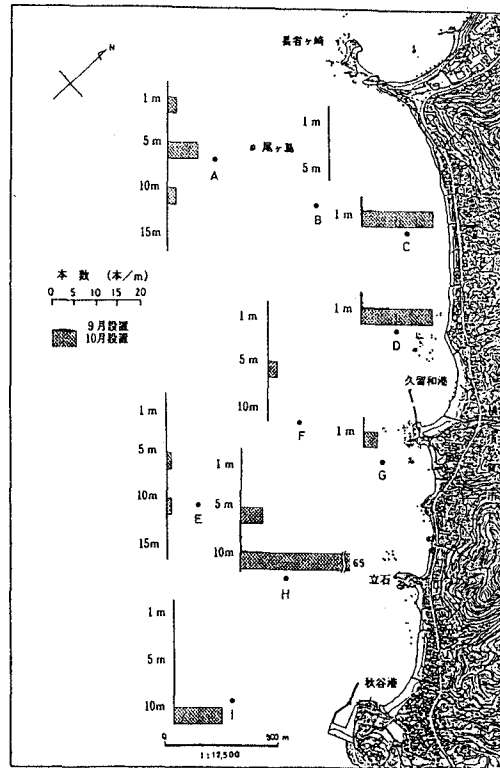


図-4 水深別の試験用ロープに出現したアラム・カジメ幼体数（寺脇ら1991を改変）

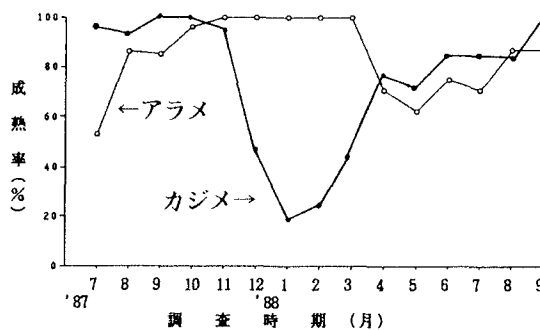


図-5 大型体アラムおよびカジメ（標識 30 個体）の成熟率の季節変化

(2) アラメ・カジメ幼体の出現時期

アラメ・カジメ幼体の出現範囲について確認した場合と同じ構造の試験設備を群落内から立ち上げ、1988年7月から毎月新しい試験ロープを取り付けて、それぞれ3ヶ月後まで観察・計数した。

アラメおよびカジメの子のう斑から放出された遊走子は、基盤に着生後、発生して、数ヶ月間、顕微鏡レベルの大きさの配偶体世代を過ごす。

適期の選定に当たっては、海底に設置した海中林用の基盤上で、肉眼視できる大きさの胞子体（雌雄配偶体が成熟して受精した結果生ずる体）が、なるべく早く、かつ、高密度に出現する時期を把握することが重要になる。

アラメ・カジメ幼体は、アラメ群落で9月から2月取り付けロープに、カジメ群落では、全深度の結果をあわせると9月から3月取り付けロープ上に出現した（表-1）。

特に、9月および11月（主に秋）に取り付けた試験ロープに高密度のアラメ・カジメ幼体が出現した（図-6）。

一方、試験ロープ上には、夏季には固着動物が多く、特に6月から8月にかけて、アカフジツボが試験ロープ表面を広く覆っていた。

以上のことから、高密度のアラメ・カジメ幼体の出現に繋がる遊走子の放出時期および固着動物との基盤の競合を考慮すると、海中林用の基盤の造成適期は9月から11月である。

表-1 試験ロープの取り付け深度別のアラメ・カジメ幼体の出現時期（寺脇ら1991より）

群 落	深 度 (m)	取付け 時期	観 察 時 期											
			1988						1989					
			8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
アラメ	1	7月	×	×	×									
		8月		×	×	×								
		9月			×	×	×							
		10月				×	×	○						
		11月					×	※						
		12月						×	※	※				
		1月							×	×	×			
		2月										※		
		3月								×	×	×	×	
		4月										×	×	×
		5月											×	×
		6月												×
カジメ	1	7月	×	×	×									
		8月		×	×	×								
		9月			×	×	×							
		10月				×	×	×						
		11月					×	×	○					
		12月						×	×	※				
		1月							×	×	×			
		2月								×	×	×		
		3月									×	×	×	
		4月										×	×	×
		5月											×	×
		6月												×
カジメ	4	7月	×	×	×									
		8月		×	×	×								
		9月			×	×	×							
		10月				×	×	○						
		11月					×	×	○					
		12月						×	※	○				
		1月							×	×	○			
		2月								×	×	○		
		3月									×	×	×	
		4月										×	×	×
		5月											×	×
		6月												×
カジメ	7	7月	×	×	×									
		8月		×	×	×								
		9月			×	×	×							
		10月				×	×	○						
		11月					×	×	○					
		12月						×	×	○				
		1月							×	×	※			
		2月								×	×	×		
		3月									×	×	×	
		4月										×	×	×
		5月											×	×
		6月												×

○：試験ロープにアラメ・カジメ幼体が出現した

※：予備施設の試験ロープには出現した

×：アラメ・カジメ幼体が出現しなかった

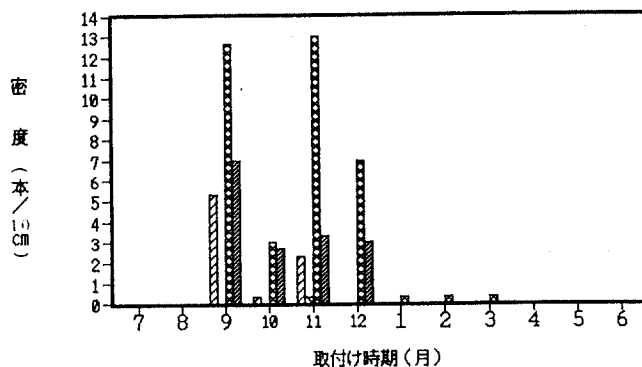


図-6 試験ロープに出現したアラメ・カジメ幼体の密度

このように、自然の群落での藻体の成熟状況から見た基盤の造成適期の長さ（半年程度）に比べて、海域内で時期別に取り付けた試験ロープでのアラメ・カジメ幼体および固着動物の出現状況から見た適期は短く、主に秋の3ヶ月であることが分かった。

5. 海中林造成技術としてのまとめ

本研究では、自然の海藻群落に類似した状態の海中林を形成させるための生育基盤を造成することを重要な目的としている。従って、砂地海底で、基盤の設置工事のみ実施し、人間によるその後の管理を必要としないメンテナンスフリーの海中林造成技術の開発に資することを前提条件としている。

(1) 海中林用の基盤の造成適地の選定に資する情報としては、物理環境条件および生物環境条件の両面を総合した意味での、海底地形、底質の分布、生物の分布、砂地海底の砂面の変化およびアラメ・カジメ幼体の出現範囲が重要である。特に、研究対象の海域では、場所と水深により対象種が変化し、垂直的にはアラメ用では水深3m付近、カジメ用では水深10m付近が中心となり、水平的には砂層厚50cm以下で、岩場から100m以内の範囲である。

(2) 海中林用の基盤の造成適期の選定に資する情報としては、主に、生物環境条件の面から、自然群落でのアラメおよびカジメ藻体の成熟時期、ならびに、アラメ・カジメ幼体の出現時期が重要である。特に、研究対象の海域では、自然群落での藻体の成熟状況から見た基盤の造成適期の長さ（半年程度）に比べて、時期別に取り付けた試験ロープでのアラメ・カジメ幼体および固着動物の出現状況から見た適期は半分の期間と短く、主に秋の3ヶ月（9～11月）である。

6. あとがき

本稿は、通商産業省・資源エネルギー庁の委託により、昭和62年から平成元年度に実施した調査・実験の結果にもとづくものである。本研究の実施および本稿の作成に便宜をいただいた資源エネルギー庁発電課にお礼申しあげる。また、現地調査において尽力いただいた（有）ケイマツダイビングサービスおよび（株）東海アクアノーツの方々に感謝の意を表す。最後に、現地調査地点の確保のみならず研究活動全般に多大なご協力をいただいた神奈川県横須賀市大楠漁業協同組合に、厚くお礼申しあげる。

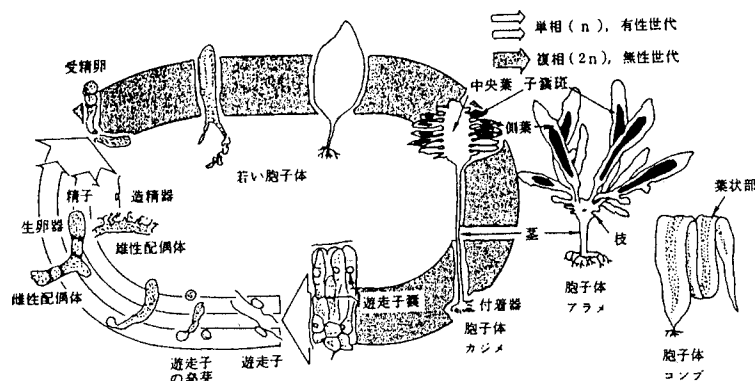
7. 参考文献

川崎保夫・寺脇利信・本多正樹(1992)海中林造成技術の現状とメンテナンスフリー造成技術の考え方。海洋開発論文集8（本誌）。

谷口和也(1990)アラメ群落の構造と海中林造成。沿岸海洋研究ノート, 27(2), 167-175。

寺脇利信・川崎保夫・本多正樹・山田貞夫・丸山康樹・五十嵐由雄(1991)海中林造成技術の実証 第2報 三浦半島西部でのアラメおよびカジメの生態と生育特性。電中研研報: U91022. 69pp.

8. 参考図—海中林形成種（コンブ類）の海藻の生活史（寺脇ら1991より）



コンブ科海藻の生活史

林田(1985): 海洋科学17(12), 746より引用, 一部改変