

土のう式播種基体によるアマモ場造成適地判定の試み

草加耕司・福田富男*

Trial to Determine a Suitable Area for the Restoration of Eelgrass Bed Using a Vegetation Mat for Seedlings

Koji KUSAKA and Tomio FUKUDA

キーワード：アマモ，アマモ場造成，播種

戦後，瀬戸内海を中心に激減したアマモ *Zostera marina* 場は，魚介類の育成場として，また，最近では沿岸域の環境改善等の側面からも重要視され，各地でその復元に向けた造成の取り組みがなされている¹⁾。

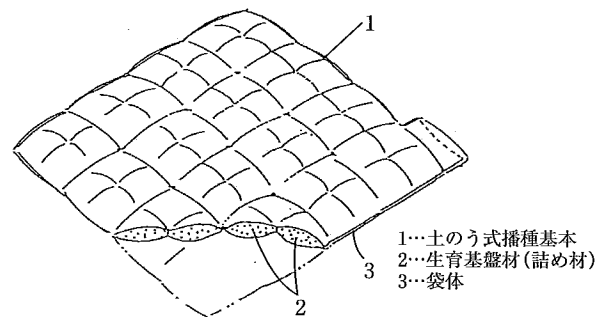
確実なアマモ場造成を行うには，候補地における環境調査結果を踏まえた造成地の選定，生育制限要因の抽出及びその緩和対策が重要であり，これまでの知見に基づいたアマモの生育条件²⁻⁴⁾も示されている。

しかし，長期にわたる詳細な事前調査の実施は困難な場合も多く，現状の環境適否による判定だけでは，対象となるアマモ生育の予測には十分でない。

そこで簡便，かつ的確な適地評価手法の開発を目的として，土のう式播種法により発芽させたアマモの植生変化に基づく造成適地の判定を試みた。

材料と方法

土のう式播種基体（以下，播種マットとする）の模式図を図1に示した。土のう式播種法とは，腐食性と難腐食性の繊維で作成した広さ1 m²，厚さ4~5 cmの袋体に，種子とアマモの発育に適した組成の山土及び肥料を詰め込んで，マット状になった基体を海底に設置する方法⁵⁾である。これにより，種子の流失や埋没を防ぐことができ，約1か月後には腐食性の繊維が腐って目合いが2~3 mmに広がるため，アマモの発芽やその後の生長に支障はない。陸上で作成したマットを海底に沈めるだけで，確実な植生が得られる造成法である。今回使用した播種マットの腐食性繊維はすべてレーヨン（以下，ナイロン型とする）と生分解性プラスチック（以下，生分解型とする）



腐食性繊維 (レーヨン) 難腐食性繊維 (ナイロン) (生分解プラスチック)

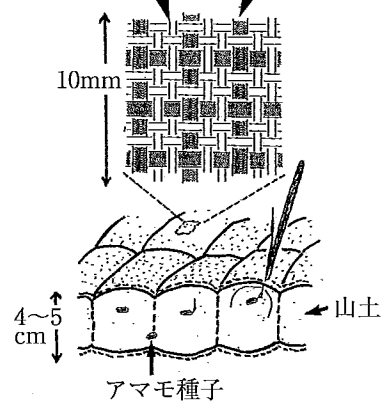


図1 土のう式播種基本

を使った2種類とした。

供試した播種マットは，1996年10月30日から11月1日に岡山県備前市東備港において材料の調合からマットへの注入までできるプラントを設置して機械的に作成し，11月2日に試験海域に沈設した。種子は'96年6月に付近の天然アマモ場から採集したのを用い，1,000粒/m²の密度で播種マット内に注入した。

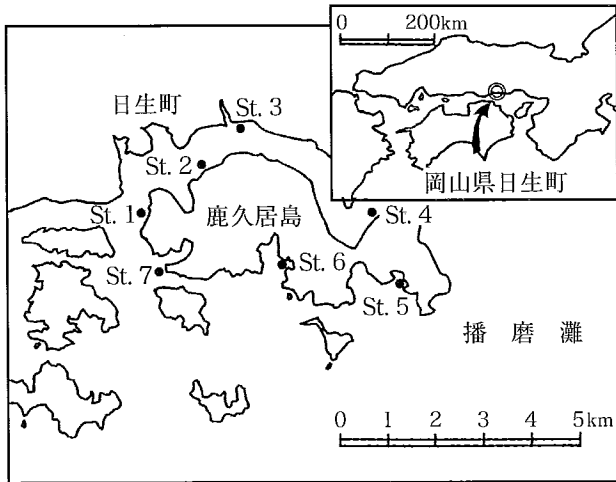


図2 調査定点図

表1 調査定点の概要

定点	地盤高 (DL,m)	底泥粒径 (mm)	特徴
1	-1.9	0.0051	中庸的環境
2	-1.8	0.0023	濁り強, 流れ無
3	-2.3	0.0032	濁り強, 流れ有
4	-2.4	0.0045	濁り強, 流れ強
5	-3.7	0.14	透明度高, 砂質
6	-2.0	0.0036	透明度高, 静穏
7	-1.9	欠測	天然藻場に近

表2 植生追跡調査の概要

ステージ	調査年月日	調査項目
発芽初期	'96/12/11	発芽体数, 草丈, 播種マットの状況
発芽後期	'97/3/11	〃
繁茂期	5/27	株密度, 草丈, 栄養株と生殖株の比
衰退盛期	9/10	株密度, 草丈
衰退後期	10/20	〃
翌年発芽期	'98/3/12	株密度, 草丈, 再生産発芽体数

調査定点を図2に、各定点の概要を表1に示した。試験海域は岡山県備前市日生町鹿久居島周辺で、漁業者への聞き取りから、かつてはアマモが生育し、かつ環境の異なる7定点を選定した。海域特性としては内湾性のSt.1~4と、播磨灘に面したSt.5~7に大別される。調査地点の水深は1.8~3.7m、海底は全般に中央粒径0.002~0.005mmと非常に細かい粘土質の軟泥である。これらのうち、特に地盤の軟弱なSt.2には、地盤安定と底質改良の目的で事前に全形カキ殻を15~20cm厚に敷設し、その上に播種マットを設置した。その他の定点では、海底上に直接播種マットを設置した。各定点それぞれの海底15×5mの範囲内に、1定点当たり1m²のナイロン型、生分解型マットを各5枚、計10枚を設置した。

播種マット設置以降の植生の追跡調査は、表2に示したとおり発芽期の発芽数、繁茂期の栄養株と生殖株の割合、衰退期以降の残存株数及び翌年の発芽期における再生産状況等を潜水により観察した。また、水質環境として、St.1と6の2m層における毎月の水温と追跡調査時の透明度を観測した。

結果と考察

調査定点の環境 追跡調査日に各定点で測定した透明度と、St.1と6の水温経過を図3と4に示した。全般に透明度は低く、特に内湾のSt.2, 3, 4では強い濁りのため0.6~1.5mと非常に低く、一方、播磨灘に面したSt.5, 6では1.5~3.5mと比較的高い傾向にあった。また、浅海のため、水温は7~28℃で推移し、夏と冬の激しい水温差がみられた。

植生 播種から40日後の、12月調査時の発芽状況を表3に示した。全ての定点の播種マット上で1m²当たり4~59株の発芽が確認され、草体は幼芽鞘から草丈15cmに生育し、発芽初期の様相を呈していた。ただ、St.2と3では浮泥の堆積で播種マットが埋没し、St.5と6では高透明度のためか草体が付着珪藻で覆われていた。

約4か月後の3月調査時には、すべての播種マット上で発芽体が観察された。アマモは全般に最大草丈40~50cmに生長して発芽はほぼ完了しつつあり、発芽後期の状況であった。St.3と4では5~10cmの堆積物のた

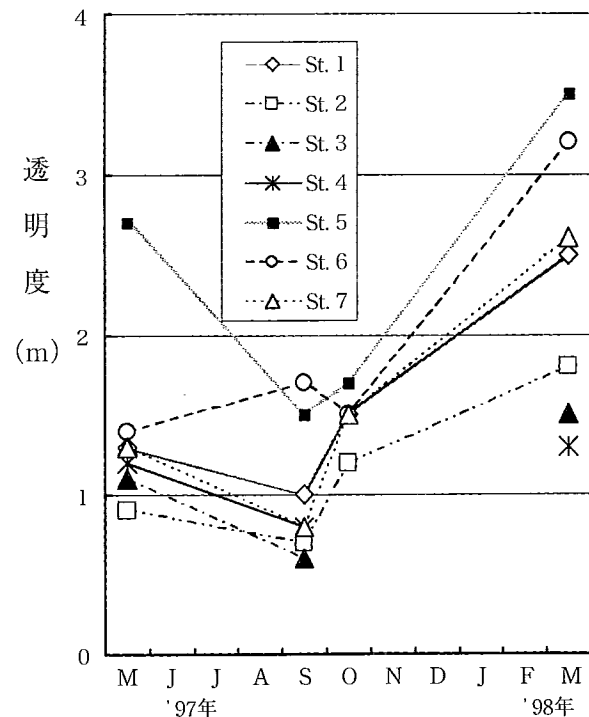


図3 各定点における透明度の推移

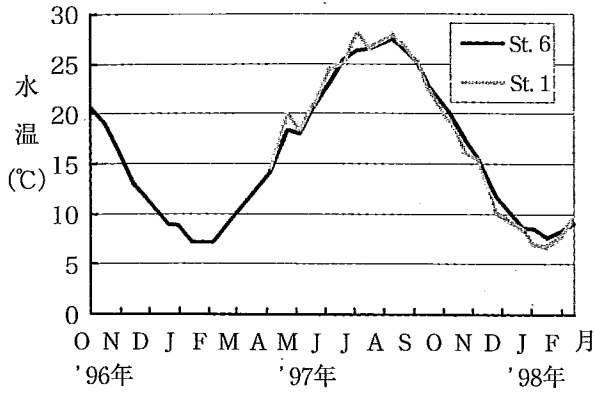


図4 St.1とSt.6における水温経過

め、埋もれかかっている発芽体も観察された。一方、St. 5, 6では最大草丈50~60cmで順調な生育を示すなど、その状況は定点により様々だった。この時点での各定点におけるマット種類別の平均発芽体数を図5に示した。全播種マットの平均発芽体数は68株/m²、定点及びマット種類別では8~143株/m²の範囲で、定点間で顕著な差が現れた。発芽体数は播磨灘に面したSt. 5, 6, 7で多く、浮泥の堆積がみられた内湾の3, 4で少ない傾向にあり、これらの発芽体数の平均値の差は表4に示したとおり1%の危険率で有意であった。このことから、播種マット内の土質以外の環境条件の違いは、すでに発芽期の段階で影響を及ぼしていることがうかがえた。

繁茂期の5月の各定点におけるアマモの株数は、3月調査時とほぼ同様であり、すべての定点で1年生アマモの特性⁶⁾である当年での花枝形成と結実が観察された。St. 2と5では栄養株の割合が高く、全株が太くしっか

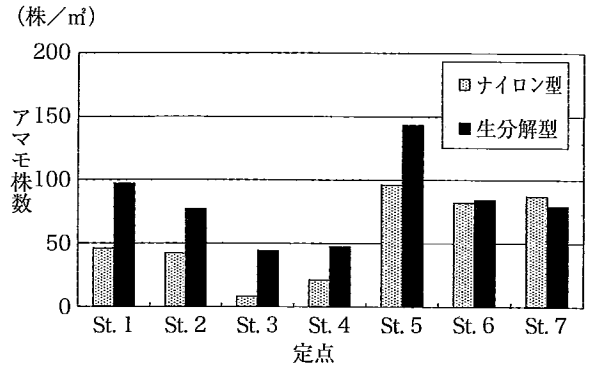


図5 発芽後期における定点及びマット種類別の発芽体数

り根づいていた。St. 1, 6, 7ではやや細長く弱々しい株が多かった。St. 3では付着生物の着生が多く、またSt. 4では潮流のためか、いずれも直立せず横たわる株が多く、正常の生育状態とは思われなかった。繁茂期における栄養株と生殖株の割合を図6示した。株数に占める生殖株の割合は、50~85%と定点間で異なっており、透明度が最も高いSt. 5と、カキ殻による底質改良を実

表4 定点別発芽体数の平均値に関する検定結果
ナイロン型播種マット

定 点	3	4	2	1	6	7	5
発芽体数の平均値 (株/m ²)	8	21	42	46	82	87	96

生分解性播種マット

定 点	3	4	2	1	6	7	5
発芽体数の平均値 (株/m ²)	44	47	77	79	84	97	144

※バー(——)は有意差なし(有意水準1%)の範囲を示す。

表3 12月調査時の発芽状況 (12月11日)

定点	マット型	発芽体数 (株/m ²)		マット数*	状 況
		平 均	範 囲		
1	ナイロン	26	13-43	4	アマモ順調な生育
	生分解性	30	14-51	4	〃
2	ナイロン	16	6-26	5	マットとアマモ基部が埋没
	生分解性	31	22-46	5	〃
3	ナイロン	6	4-7	3	マットが埋没
	生分解性	17	10-16	3	〃
4	ナイロン	12	5-17	5	一部マットが埋没、潮流に草体なびく
	生分解性	36	25-53	5	〃
5	ナイロン	25	12-36	4	アマモに付着珪藻被覆、草体よじれ
	生分解性	34	11-59	4	〃
6	ナイロン	25	19-32	5	アマモに付着珪藻被覆、草体よじれ
	生分解性	29	26-41	5	〃
7	ナイロン	30	22-36	4	アマモ順調な生育
	生分解性	34	15-43	5	〃

*観察したマット数

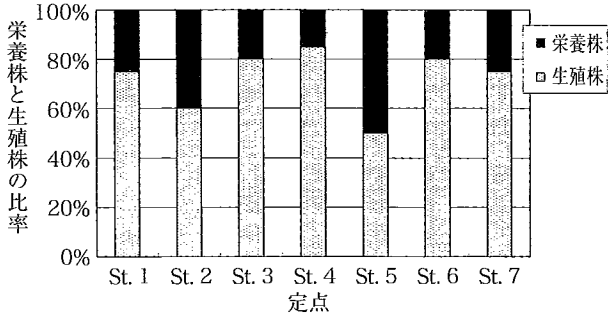


図6 繁茂期における栄養株と生殖株の割合

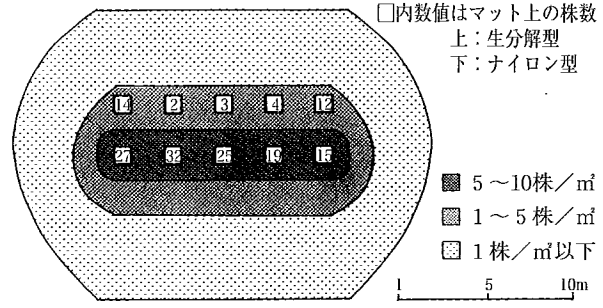


図9 再生産期におけるSt. 6付近のアマモの分布状況

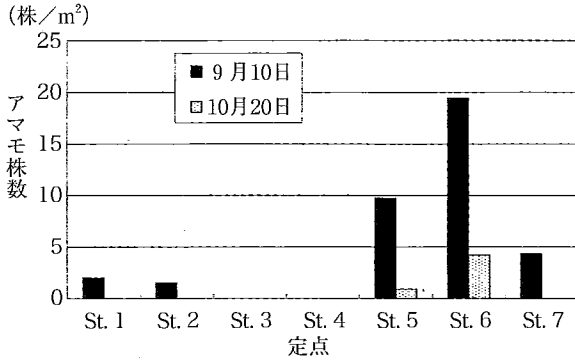


図7 衰退期における株数の推移

施したSt. 2で生殖株の割合が50~60%と低かった。St. 2を除き全般に透明度が低い定点で生殖株の割合が高い傾向があったことから、発芽初期の光量の多寡が花枝化に影響するのかもしれない。以上の結果から、同じ産地の種子を用いても環境の違いによって生殖株の形成率が異なること、さらに環境改善等によって栄養株の比率を高められることが示唆された。

衰退期の調査時における株数の推移を図7に示した。9月にはすべての定点で栄養株も含めた多くのアマモが流失しており、発芽数の少なかったSt. 3と4で株数0となった。そして、残存した定点の栄養株も地下茎が基盤から剥がれ、流失しかかっている株も多く見られた。10月にはさらにSt. 1, 2, 7で0となり、播種マット設置から約1年でアマモが残存したのは、St. 5と6の2定点のみで、その株数は0.9, 4.2株/m²とわずかであ

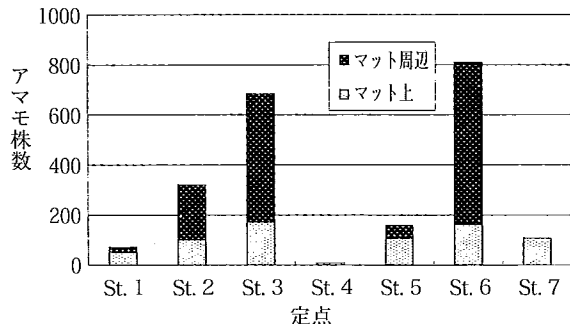


図8 翌年の発芽期における定点付近のアマモ総数

った。

'98年3月には繁茂期の生殖株にできた種子由来の再生産状況の把握を目的に、播種マット上だけでなく、定点周辺のすべての株数を調査した。翌年の発芽期における定点付近のアマモの総数を図8に示した。全定点で発芽体が観察されるとともに、St. 5, 6には前年から残存したと考えられる栄養株がわずかながら観察された。これらの発芽体は播種マットが敷設されてある層より浅い底泥から発芽している例が多ことや、マット外にも観察されることなどから、ほとんどが前年春に播種マット上に形成された花枝由来の発芽体と判断した。ただし、St. 7では播種マット周辺の広い範囲で同様の密度であったため、天然アマモ由来も含まれていると思われ、評価の対象外とした。St. 1, 4では播種マット上の発芽体が少なく、それらも播種マットの中から発芽した1年遅れの発芽体と思われた。繁茂期には花枝形成が確認されていたことから、①その後の環境悪化で成熟した種子が形成されなかったこと、②種子が潮流などにより流失したこと、③種子は周辺に落下したが底質が悪かった等が発芽しなかった原因と考えられた。St. 5でも播種マットの周辺の30~50cmの範囲内に150株程度の発芽体が確認できたのみであった。一方、St. 2では密度は低いものの播種マットの周辺4m付近まで、St. 3は播種マットから20~30cm以内のごく周辺に濃密に発芽体が分布していた。

再生産期におけるSt. 6付近のアマモの分布を図9に示した。St. 6では播種マットの周辺約10m付近まで分布が拡大し、約350m²の範囲内に推定800株が分布していた。この株数は、設置当年の播種マット上に発芽した造成アマモの総発芽体830株とほぼ同数であり、同海域において、造成アマモ場が存続または拡大する見通しが得られた。

アマモ場造成適地評価 以上の植生調査における情報から、7定点の各候補地についてアマモ場造成適地として評価し、また若干の環境調査や潜水時の所見等から制

表5 適地調査結果に基づく各候補地の評価

定 点	結 果			造成目標	制限要因
	発 芽	栄養株維持	再生産		
5,6	○	○	○	多年生アマモ場	—
2,3,7	△	×	○	1年生アマモ場	夏季の高水温, 濁り
1,4	△	×	×	不 適	流れ, 濁り

限要因を推察し表5にとりまとめた。発芽, 栄養株の維持, 再生産において好結果であったSt.5と6は土のう式播種法等により, 周年アマモが存在する多年生アマモ場を目指した造成を行う。一方, 高水温や濁りなどの要因で夏に衰退すると考えられるSt.2, 3, 7のような海域では, カキ殻による嵩上げ等で環境改善した後, 当面, 直接播種を続けて1年生アマモ場の復元を図るべきと考えられた。

このように, 土のう式播種基体によりある程度の適地判定が可能で, アマモ場造成地を選定するにあたり多くの労力や経費を要する事前環境調査の簡素化に有効と考えられた。ただ, アマモの植生変化のみに頼った判定では, 生育制限要因は推測の域をでないことから, 的確な緩和対策の実施まで踏み込めない。光合成, 水理及び底質環境調査に土のう式播種基体を併用することで, 制限要因の抽出精度を高められると考えられた。

文 献

1) マリノフォーラム21海洋環境保全研究会 浅海域緑化技術

の開発グループ, 2002: アマモ場造成の基本的な考え方, アマモ場造成技術指針, 3-8.

2) 川崎保夫・飯塚貞二・後藤 弘・寺脇利信・渡辺康憲・菊池弘太郎, 1988: アマモ場造成法に関する研究, 電力中央研究所報告, 総合報告U14, 231pp.

3) 田中丈裕, 1998: アマモ場再生に向けての技術開発の現状と課題, 関西水圏環境機構第11回公開シンポジウム要旨集, 25-47.

4) マリノフォーラム21浅海域緑化技術の開発グループ, 2002: アマモ場造成適地の環境条件解明, 平成13年度浅海域緑化技術の開発に関する報告書, 31-40.

5) 植木範行・光永演充, 1996: 数種の基盤材を用いたアマモ播種方法の開発, 岡山水試報, 11, 23-26.

6) マリノフォーラム21海洋環境保全研究会 浅海域緑化技術の開発グループ, 2002: アマモの種類と生育環境, アマモ場造成技術指針, 9-13.