

播種・株植が不要なアマモ移植方法の最適移植時期について

高山百合子*・上野成三**・湯浅城之***・前川行幸****

従来のアマモ移植は多大な労力を要する播種法や株植法により実施されているのに対し、播種・株植が不要な新しいアマモ移植手法を考案し、三重県英虞湾で現地実験を継続中である。本移植方法は、天然アマモの自然増殖力によりアマモを定着させたマットを移植地へ設置する簡易な方法である。昨年度の実験では、マットへのアマモ定着は成功したものの移設後のアマモ生長が著しく低下した。そこで本年度は、マットの設置時期を変化させた現地実験を行い、本移植方法によるアマモ移植の最適時期を定量化した。その結果、マット設置はアマモ発芽以前の 6 月から 11 月まで、マット移設はアマモ発芽以降 12 月から 3 月までが最適移植時期であることを明確にした。

1. はじめに

通常、アマモの移植は、天然のアマモ場から種子を採取し移植地に播く方法(播種法)、アマモ株を採取し移植する方法(株植法)が用いられている(Phillips, 1980; 港湾空間高度化センター, 1998; Fonseca ら, 1998; 前川, 2002)。これらの方法は、潜水作業を中心とした多大な労力が必要で、かつ、天然のアマモ場に少なからずダメージを与える欠点が指摘されている。これに対して、著者らは、播種・株植を全く行わない簡易なアマモ移植法を考案し、三重県英虞湾で現地実験を継続中である。本移植法は、まず、天然のアマモ場にマットを設置し、その上に落下した種子やマット下に埋没している種子が自然発芽・生長することによりアマモが定着したマットを形成させ、次に、このマットを移植地に移設しアマモ移植を完了するものである。図-1 に本移植法の概念図を示す。昨年度の現地実験では、マット設置後のアマモ定着は成功したものの、その後のマット移設時期が遅れたため移設先でアマモが十分に生長しなかったという課題が残った(上野ら, 2003)。そこで、本研究ではマット設置・移設時期を月別に变化させた現地実験を行い、本移植方法によるアマモ移植の最適時期を明らかにした。

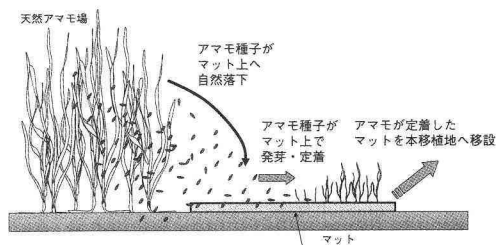


図-1 播種・株植が不要なアマモ移植方法の概念図

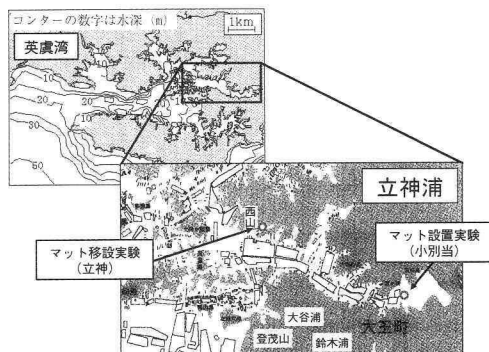
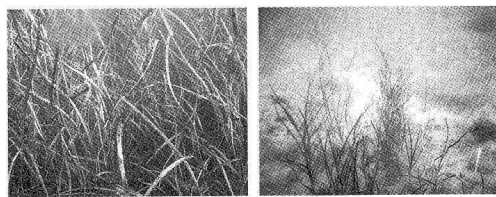


図-2 アマモ移植実験の位置図

2. 現地実験の方法

現地実験の位置を図-2 に示す。実験場所は英虞湾の枝湾の一つである立神浦である。現地実験は、海域に設置したマットについてアマモの発芽・定着を調べる「マット設置実験」と、設置後のマットを移設し、その後のアマモの生長を調べる「マット移設実験」で構成される。マット設置実験場所は立神浦湾奥部の小別当沖(水深約 5m, 以下、小別当と呼ぶ)において実施した。この海域では近年、主に 1 年性のアマモ群落が増大しており、アマモ種子の生産が活発な場所となっている(前川,



(a) 小別当 (b) 立神

写真-1 英虞湾立神浦の天然アマモ場 (2004 年 5 月)

2003)。マット移設実験場所は、立神浦の湾口付近の入り江(水深約 3m, 以下、立神と呼ぶ)であり、この海域では主に多年性のアマモが点生している。写真-1 に 2004 年 5 月における小別当と立神のアマモ場を示す。アマモは水温が低下する 11 月頃から発芽を始め、夏の最盛期ま

* 正会員 大成建設(株) 技術センター土木技術研究所
** 正会員 工修 大成建設(株) 技術センター土木技術研究所
*** 正会員 (財)三重県産業支援センター雇用研究員
**** 理博 三重大学教授 生物資源学部

で葉を伸ばしながら栄養株を分岐して群落を広げる。また、春から夏にかけて花株に形成された種子が成熟し、こぼれ落ちる。英虞湾立神浦のアマモ場では5月頃に種子の放出が最盛となる。

本実験におけるマットは、ヤシ繊維製マット (面積 1 m^2 ($1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$), 厚さ 5 mm) を使用した。マット設置実験では、2003年6月から12月まで各月にマットを小別当に設置した。マットの設置は、マットにアマモの株および種子を定着、または付着させることを目的とするため、アマモ種子の放出後の6月から発芽が完了する12月までにマットの設置を実施した。マット移設実験は、各月に設置したマットを2003年8月から2004年3月まで各月に引き上げ、その後、移設場所へ移動させた。表-1に、マット設置実験およびマット移設実験の組合せを変えた実験ケース (合計41ケース、各ケースにつきマット1枚) を示す。実験ケースの一例として、11月に設置し1月に引き上げた、移設直前のマットを写真-2に示す。

マット設置実験、マット移設実験におけるアマモ定着状況のモニタリングとして、移設時と移設後のマットについて、アマモの株密度、平均草丈、被度を1ヶ月毎に計測した。また、小別当と立神の天然アマモ場の状況を計測した。

3. 現地実験の結果

(1) マット設置実験におけるアマモの生長特性

マット設置実験における設置月別のアマモ定着状況を図-3に示す。図には、各月に設置したマットについて2004年3月時点のアマモ密度と草丈、および同時期の天然アマモ場 (小別当) の密度と草丈を示した。まず、アマモ密度は、12月を除いて、天然アマモ場よりやや低いものの、全てのマット設置時期において $50 \sim 150 \text{ 株/m}^2$ となった。また、アマモ草丈は、密度と同様に12月を除いて全ての時期において $20 \sim 30 \text{ cm}$ と天然アマモと同等なレベルとなった。これより、6月から11月までのマット設置時期においてアマモがマットに確実に定着していることが分かる。これは、アマモ種子が発芽し始める11月までであれば、マットを設置してもアマモが定着可能であることを示している。なお、12月にアマモ密度が急減した理由は、アマモの発芽がほぼ完了した時期にマットを設置してもマット上でアマモが定着できないためである。また、12月に設置したマットに定着したアマモは周囲のアマモに比べて発芽時期が遅いため、草丈が若干低下する。

次に、マット設置実験におけるアマモ密度と草丈の経時変化を図-4に示す。ここで示す値は、各月に設置したマットを移設する際にそれぞれ計測したアマモ定着状況であり、同一マットの経時変化ではないことに注意する。

表-1 アマモ移植実験ケース

設置時期 移設時期	2003年 6月	2003年 7月	2003年 8月	2003年 9月	2003年 10月	2003年 11月	2003年 12月
2003年8月	1	1					
2003年9月	1	1	1				
2003年10月	1	1	1	1			
2003年11月	1	1	1	1	1		
2003年12月	1	1	1	1	1	1	
2004年1月	1	1	1	1	1	1	1
2004年2月	1	1	1	1	1	1	1
2004年3月	1	1	1	1	1	1	1

数字は設置・移設したマットの枚数

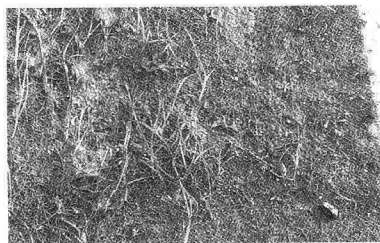


写真-2 アマモ移植マット
(マットに約 150 株/m^2 のアマモが定着した様子)

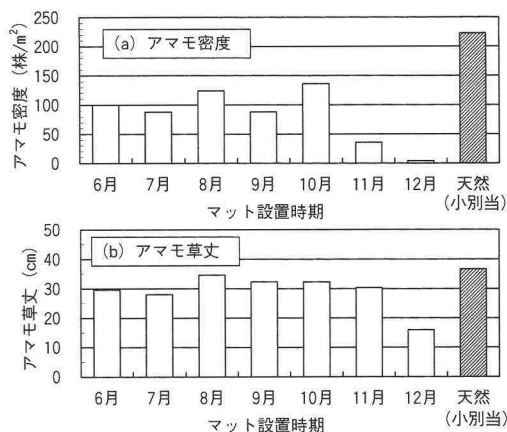


図-3 マット設置月別のアマモ密度・草丈
(2004年3月時点)

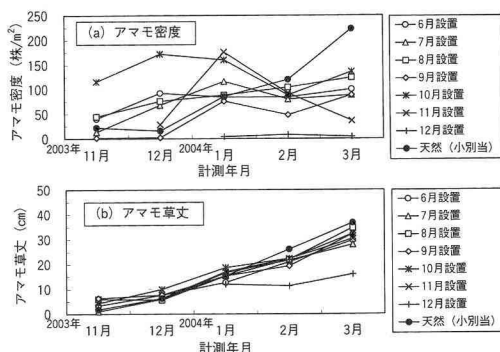


図-4 設置実験におけるアマモ密度・草丈の経時変化

まず、天然アマモ（小別当）の密度は、11月の発芽以降徐々に増加し、2004年3月時点では200株/m²を超える密生したアマモ場となった。これに対して各月に設置したマットのアマモ密度は、12月設置のマットを除いて、11月から1月にかけて若干増加するものの、12月から3月にかけて定常または減少する傾向となった。すなわち、移設するマットのアマモ密度は、アマモの発芽時期より発芽が完了した時期またはそれ以降でやや大きく、12月以降3月までは概ね変化がないことが分かる。一方、アマモ草丈は、12月設置のマットを除いた全てのケースにおいて天然アマモとほぼ同様な生長が見られた。

以上より、マットの設置時期はアマモの発芽が完了する12月以前であればマットにアマモを定着させることが可能であり、その密度は12月から3月までの間でほぼ同様となることが分かった。また、アマモ草丈は、アマモ発芽が完了する12月以前の設置であれば、天然とほぼ同様な状態で移設可能であることが分かった。

(2) マット移設実験におけるアマモの生長特性

マット移設実験におけるアマモ定着状況を図-5に示す。アマモ定着状況は、2004年3月におけるマット移設月別のアマモ密度と草丈である。図には、同時期の天然アマモ（小別当）の計測結果もあわせて示した。

まず、アマモ密度は、11月以前は低く、12月以降で増加した。これは、12月以降、アマモが発芽しマットに定着してから移設することで移設後のアマモ密度が増大しやすくなることを示している。アマモ発芽前の11月以前に移設するケースは、マットに付着したアマモ種子が移設後に発芽、生長することを期待したケースであったが、発芽後に移設したケースに比べるとアマモの定着率は低いと言える。しかしながら、アマモ草丈は、全てのマット移設時期において天然の草丈と同等であることから、本移植法により移設したアマモは、移設時の状態に関わ

らず天然アマモと遜色なく生長するものと考えられる。

次に、移設実験におけるアマモ定着状況の経時変化を示す。図-6は、アマモの発芽後に移設したケース（11月移設から3月移設まで）におけるアマモ密度、草丈を示した。天然アマモは、小別当（マット設置実験場所）と

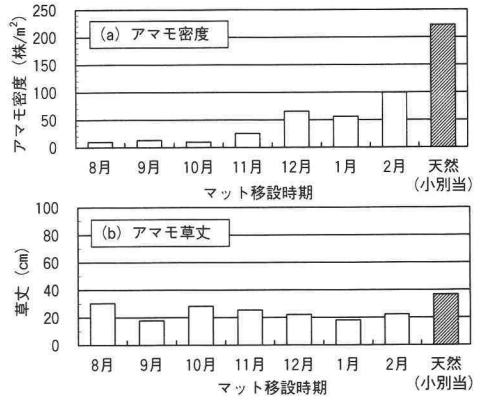


図-5 マット移設月別のアマモ密度・草丈
(2004年3月時点)

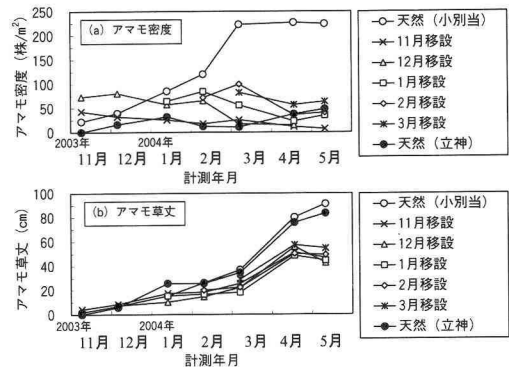


図-6 移設実験におけるアマモ密度・草丈の経時変化

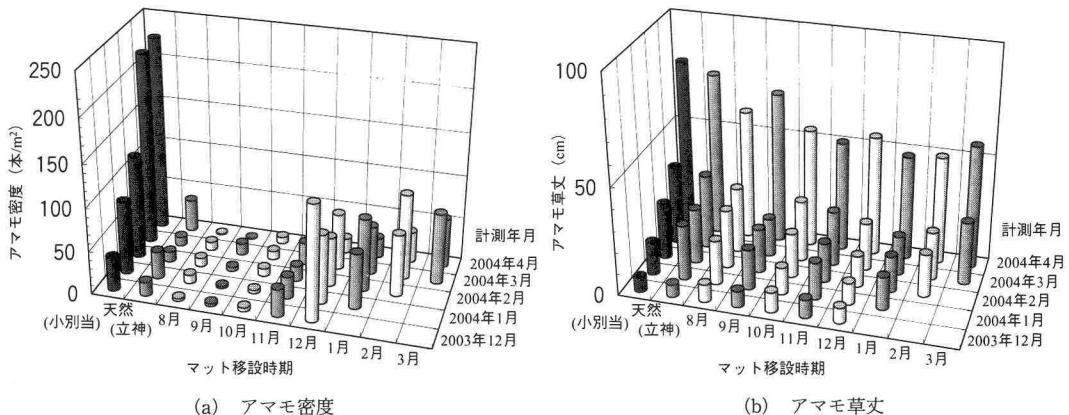


図-7 移設実験におけるアマモ密度・草丈の経時変化

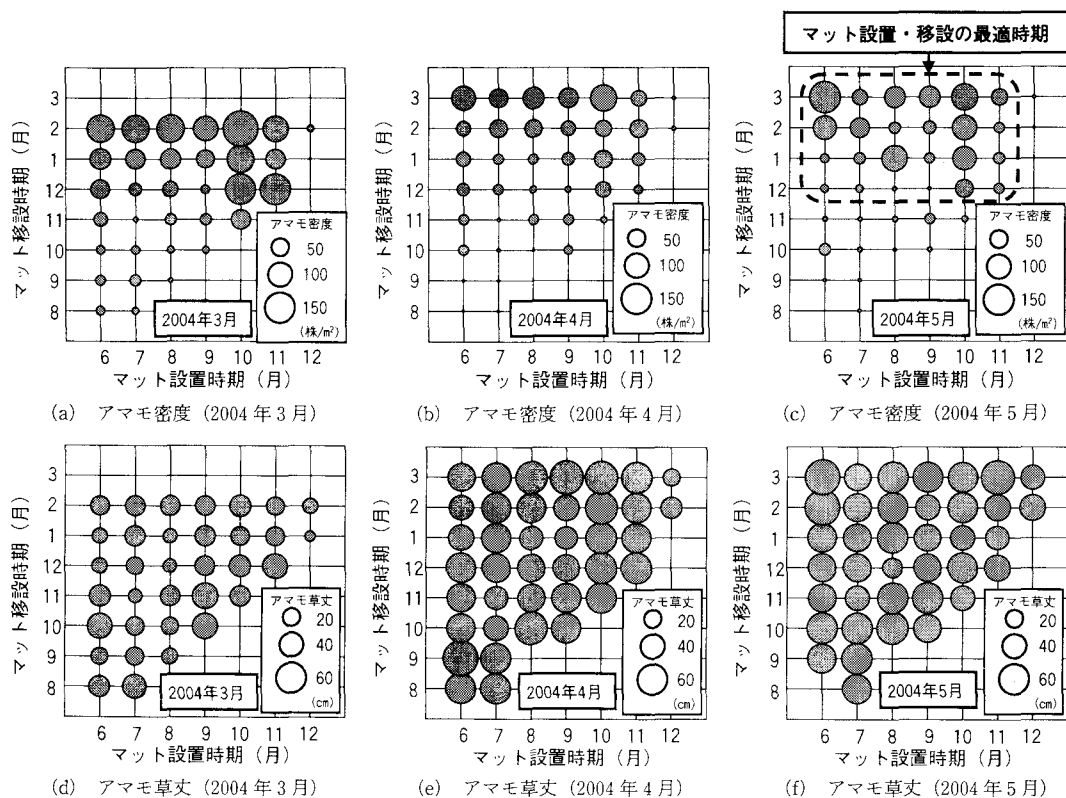


図-8 本移植法のマット設置・移設の最適時期

立神 (マット移設実験場所) の状況を示した。また、図-7には、移設時期が8月から3月までの全ケースについて、アマモ密度と草丈の経時変化を3次元表示した。

まず、図-6より、小別当と立神の天然アマモ密度の経時変化を比較すると、小別当では、発芽が完了した12月以降3月頃にかけて急激な密度の増加が見られたのに対して、立神では発芽以降の急激な増加は見られなかった。小別当におけるアマモ場の潜水観察では、12月以降もアマモ場の隙間を埋めていくように密生していく様子が見られた。移設したマットでは、全てのケースにおいて急激なアマモ密度の増加は見られず、移設初期のアマモ密度が概ね維持された。このアマモ密度は立神と同等レベルであり、小別当に見られる高密度なアマモ場を移植できなかったものの、本移植実験により、移植地と同等レベルのアマモ場が移植できたと言える。移設実験では移設時点のアマモ密度を維持することが重要であり、本移植実験における11月移設から3月移設の全ケースにおいて移設初期のアマモ密度を維持できることが分かった。また、図-7(a)より、アマモ発芽以前の8月、9月、10月に移設したケースでは、アマモ密度の増加がほとんど見られず、12月以降に著しい密度の増加が見られることが明確である。図-7(b)より、アマモ草丈は、天然ア

マモに対して若干小さめであるものの、全ての移設時期においてほぼ順調に生長した。

以上より、マットの移設は、アマモ発芽が完了する12月以降に行うことで、移設先でのアマモ定着状況が良好に維持されることが分かった。

昨年度、2月に実施したアマモ移設実験は、移設後のアマモ生長が著しく低下する結果となり、その原因として、移設時期が遅れたため根の生長が進み、移設場所で根と底質が活着しなかったことを上げた(上野ら, 2003)。しかし、図-6, 7より、アマモの生長が進んだ2月や3月にマットの移設を行ってもその後のアマモ密度の維持と草丈の増加が見られることが分かる。すなわち、昨年度の実験結果においてマット移設後のアマモ生長を阻害した要因は、移設時期の遅れ以外にあると推測される。本年度の移植実験では、底質とマットの密着度を改善するためにマットの構造を次のように改良した。昨年度は1m²のマットの四方に重りとなる鉄筋棒を枠状に挿入したのに対し、本年度は1m²のマットの向い合う2辺のみに鉄筋棒を挿入したことで底質とマットを密着しやすい構造とした。このため、本年度の移設実験では、アマモの生長が進んだ時期にマットを移設してもマットと底質が密着し、順調なアマモの生長が見られたと考えられる。

以上より、海底と密着するマットを使用すれば、12月から3月までのどの時期にマットを移設しても良好なアマモ移植を実現できるものと判断できる。

(3) 本移植法における最適移植時期の検討

図-8は、アマモ移設先における2004年3月、4月、5月時点のアマモ密度、草丈をマット設置時期、マット移設時期別に表示したものである。図-8(a)に示した2004年3月のアマモ密度を見ると、マット設置時期が6月から11月まで、マット移設時期が12月以降の範囲で、アマモ密度が増加することが分かる。また、2004年4月、5月と時間が経過してもアマモ密度の分布はほぼ同様となった。アマモ草丈については、2004年3月、4月、5月の全ての計測時期において、実験ケースによる顕著な差は見られず一様な分布となった。

以上より、6月から11月までのマット設置、12月から3月までのマット移設をどの組合せで実施しても、アマモは良好に生長することが明らかになった。本移植法の最適移植時期として、設置したマットに対してアマモが高密度に、かつ、確実に定着している時期と解釈すると、マット設置は6月から11月まで、マット移設は12月から3月の範囲となり、その範囲を図-8(c)に表示した。本移植方法は、最適移植時期を選定した根拠として、マットの設置はアマモ種子の発芽が始まる以前、マットの移設はアマモの発芽完了時期から根がある程度生長しマットに活着する時期までと言え、他海域におけるアマモ場においてもその生活史サイクルを把握することにより実施可能な移植技術と言える。また、本移植法の注意すべき事項として、マットの設置・移設の両工程において底質とマットを密着させることが上げられる。

以上より、従来の移植法の問題点を解決できる新しいアマモ移植法について、最適な移植時期を定量化できた。

4. 結 論

本研究では、多大な労力を要していた播種・株植が不要な新しいアマモ移植方法として、天然のアマモ場にマットを設置し、その上に落下した種子が自然発芽・生長することによりアマモの定着したマットを形成させ、

このマットを移植地に移設しアマモ移植を行う方法を考案し、現地実験の結果から以下の知見を得た。

- ①本移植法では、アマモの発芽が完了する12月以前にマットを設置すれば、アマモの定着したマットを形成することができる。
- ②本移植法では、アマモの発芽が完了する12月から根の生長がある程度進む3月までにマットを移設すれば、良好なアマモを移植することができる。
- ③本移植法における最適移植時期は、マット設置は6月から11月まで、マット移設は12月から3月までであり、この期間のどの組合せでアマモ移植を実施しても天然アマモとほぼ同様な密度でのアマモ移植が可能である。本移植法における注意点として底質とマットの密着度を高めることが上げられる。

謝辞：本研究は三重大学・大成建設の共同研究、および、三重県地域結集型共同研究事業の一部で実施された。また、現地実験にあたり、英虞湾再生コンソーシアム、立神真珠研究会、立神漁業協同組合、阿児町役場、芙蓉海洋開発(株)から多大な協力を得た。ここに謝意を表す。

参 考 文 献

- 上野成三・高山百合子・前川行幸・原条誠也 (2003): 播種・株植が不要なアマモ移植方法の現地実験, 海岸工学論文集, 第50巻, pp. 1261-1265.
- 港湾空間高度化センター港湾・海域環境研究所 (1998): 港湾構造物と海藻草類の共生マニュアル, 98 p.
- 前川行幸 (2002): アマモ場再生実験～アマモ場再生の重要性～, 第2回英虞湾の再生を考えるシンポジウム講演集, pp. 11-15.
- 前川行幸 (2003): アマモ場再生実験～英虞湾に適したアマモ移植～, 第3回英虞湾の再生を考えるシンポジウム講演集, pp. 16-19.
- Fonseca, M. S., W. J. Kenworthy and G. W. Thayer (1998): Guideline for the conservation and restoration of seagrasses in the United States and adjacent water, NOAA's coastal ocean program, Decision analysis series No. 12, National Oceanic and Atmospheric Administration, 222 p.
- Phillips, R. C. (1980): Planting guideline for seagrasses, Coastal engineering technical aid, No. 80-2, Coastal engineering research center, U.S. army corps of engineers, 27 p.