

研 究 成 果

サブテーマ名： - 1 人工干潟・藻場の造成技術の開発 小課題名： ・ (E) アマモ場造成技術の開発
サブテーマリーダー 三重大学大学院生物資源学研究科 教授 前川行幸 研究従事者 三重大学大学院生物資源学研究科 教授 前川行幸、助教 倉島彰 中部電力(株)エネルギー応用研究所バイオ技術グループ水域生物チーム チームリーダー 大松秀史、副主査 清水浩視、副主査 濱田 稔、中西嘉人 大成建設(株)土木技術研究所海洋水理チーム チームリーダー 上野成三、研究員 高山百合子、 主任研究員 片倉徳男 三重県科学技術振興センター水産研究部 主任研究員 土橋靖史、研究員 奥村宏征 (財)三重県産業支援センター 雇用研究員 湯浅城之、森田晃央
<p>研究の概要、新規性及び目標</p> <p>研究の概要</p> <p>海域環境浄化にアマモ場が役立つと考えられることから、種々の方法によるアマモ・コアマモの種苗、移植及び藻場造成などの基盤技術の開発を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・種子の発芽特性、草体の生長に関する温度や光要求、造成基盤の開発と改良、基盤設置法の検討を行う。また、本技術を地域に移転し、アマモ場造成を目指している漁業者および地域の住民が実施できるような技術開発を行う。 ・海域からの種子採取を最小限とした種苗の周年生産技術を用いることにより、天然群落に負担をかけないアマモ場造成技術を開発する。 ・アマモ場の海底に移植用マットを設置し、マット上にアマモ種子が落下・発芽することによりマットにアマモが定着し、このマットを移設することでアマモ移植を行う、新しいアマモ移植工法を開発する。 ・海草コアマモに着目し、干潟上で地下茎を張り巡らせるコアマモの特性を利用することで、人工干潟へのコアマモの移植による造成法を検討するとともに、コアマモ場による干潟のシルト・粘土分流出抑制効果の把握を試みる。 <p>研究の独自性・新規性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地域の漁業者と連携し、作業に特殊機械や大型の設備を必要とせず、簡便で効率的なアマモ場造成技術は、まだ確立されていない。 ・陸上水槽を用いた長期的な分株状況の把握と、分株を用いた移植用種苗の周年生産に独自性が認められる。 ・従来のアマモ移植方法は播種や株植を中心とした方法であり、種子や株採取による天然アマモ場へのダメージや移植作業に多大な労力がかかるという課題がある。本研究は、これら従来方法の課題を解決し、播種・株植が不要で効率よく実施できる新しい工法を開発するものである。 ・コアマモについては、基本となる生理生態学的な報告は少なく、積極的な利用についての報告はない。また、干潟のシルト・粘土分流出抑制については土木工学的取り組みが多い。これらのことから、本研究における干潟のシルト・粘土分流出抑制へのコアマモ積極利用は独自性・新規性とともに行っている。 <p>研究の目標(フェーズ毎に数値目標等をあげ、具体的に)</p> <p>フェーズ1:</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アマモ場造成に用いる基盤を開発し、人工干潟前で試験造成を行う。英虞湾奥に形成されているアマモ場の季節変化を調査し、その特性を明らかにする。また、種子の発芽温度、種子の保存方法、草体の温度耐性や光要求についての研究を行い、造成の技術的基礎を確立する。 ・アマモ栄養株と発芽株の陸上水槽における分株状況を把握する。 分株を用いた移植用種苗の生産と生産した種苗の海域への移植を試行する。 ・播種・株植が不要なアマモ移植工法を確立する。 ・人工干潟へのコアマモ場造成方法の検討、確立する。 <p>フェーズ2:</p> <ul style="list-style-type: none"> ・造成したアマモ場の追跡調査を行うとともに、造成基盤の改良および造成場所の水深や温度特性から、水深や設置時期などの造成の適地、適時期の選定を行う。

- ・移植後のアマモ、コアマモの生残・成熟状況を把握する。また、生物調査による造成藻場の生物蝟集効果を定量的に把握する。
- ・播種・株植が不要なアマモ移植工法によるアマモ場再生を実証し、その汎用化を検討する。
- ・人工干潟シルト・粘土分流出抑制効果について検討する。

研究の進め方及び進捗状況（目標と対比して）

1. アマモ場造成のための基盤を新たに開発し、「ゾステラマット」と名付けた。本基盤はすべて天然素材で作られており、環境に負荷を与えない。設置方法も改善し、潜水作業をできるだけ少なくし、特殊な技術や機械を必要としない方法を開発した。種子の採取、追熟、選別、基盤への散布、現場での設置等、一連の造成作業はすべて漁業者自身が行なうことができるように工夫した。
種子の発芽最適温度、草体の生長の最適温度と高温限界、草体の光要求量等のアマモの生物学的特性を決定することにより、造成適地や適時期を決定することができた。
天然群落の季節変化とともに、造成されたアマモ場の追跡調査を行い、造成基盤から発芽した草体と天然群落を比較し、本技術の効果を判定した。
2. 英虞湾より採取したアマモ種子より発芽した発芽株と、海域より採取した栄養株を陸上水槽に数株移植し、その後の分株状況について長期的な観察を行った。これにより増殖した株の、海域への移植を試行し、移植後の生残や生殖株の形成状況を追跡した。移植した地点、天然群落、アマモのない地点に試験区を設け、曳網により蝟集生物の季節変化を調査し、造成藻場の生物蝟集効果の把握を試みた。
3. 英虞湾海域での現地実験により、マット形状、最適実施時期、工法を確立した。
播種・株植が不要なアマモ移植工法により移植したアマモ場を対象に、次世代のアマモ生長、繁殖のモニタリングを実施し、本工法によるコアマモ移植を実施して適用性を検討した。
4. 天然のコアマモ場から人工干潟上へのコアマモの移植を行った結果、コアマモが2年以上群落を形成することを確認した。また、コアマモ場造成による人工干潟のシルト・粘土分流出抑制効果については、移植、天然コアマモともにアマモ場内の方がその周囲より、シルト・粘土分含有率が高いことが確認できた。

主な成果

具体的な成果内容：

1. 種子の発芽
アマモ種子の保存機関別の発芽率と水温の関係を室内実験から明らかにした。種子は 10-15 で最もよく発芽し、20 以上の高温ではほとんど発芽しなかった。また、0 で 1-2 ヶ月保存した場合、播種から発芽までの期間がやや短くなり、発芽率もほとんど変化しなかった。
2. 水温
様々な水温条件で培養したアマモ幼体を用いて光合成および生長を測定することにより、アマモ幼体の生育適温および生育限界水温を決定した。アマモ幼体は 15-25 でよく生長し、28 ではほとんど生長は見られなかった。アマモは 29 以上の高温条件下では長期間生存できないことが明らかになった。
3. 光環境
室内で種子から培養した幼体を用いて、光合成と光強度の関係を測定した。この光合成 - 光曲線からアマモ幼体の光要求量を推定した。また、アマモ場の群落内光環境を測定および海水の吸光係数から、アマモ幼体が生育可能な下限水深をモデル式から推定した。その結果、推定された生育下限水深はこれまで各地で報告されている生育水深とよく一致した。このモデル式はアマモ場造成を行う際の生育水深を決定するための重要な指針となる。
4. アマモ場造成基盤「ゾステラマット」の効果
ゾステラマットの設置から6ヶ月後の5月には成熟株が見られ、種子を形成し、10月には種子から発芽した次世代の実生株が確認された。ゾステラマットは、天然群落と同じような群落動態を示し、また実生株の密度が高く定着が良かった。ゾステラマット上で実生株の密度が高かったのは基盤を設置したことにより、種子の発芽・定着が天然の砂泥底に比べ高かったものと考えられた。これらの結果よりゾステラマット上のアマモが天然群落と同様に生育し、次世代に引き継がれることがわかり、本手法はアマモ場造成において有効であると考えられた。
5. 分株種苗生産と移植
アマモ・コアマモ栄養株の長期的な分株状況を把握することにより、天然群落からの母株採取を最小限とした移植用種苗生産が可能となった。

6. 自然繁殖工法によるアマモ場造成技術

- ・従来のアマモ移植方法の問題点であった、天然アマモ場へのダメージ、多大な労力を要する点を解決した播種・株植が不要な新しいアマモ移植工法を開発した。
- ・本移植工法の追跡モニタリング調査により、アマモ移植2年後においても良好なアマモ場が再生されていたことを実証した。
- ・本移植工法は、コアマモなど地下茎で繁殖する海草にも適用の可能性が確認された。

7. コアマモのアマモ場からの移植について、コアマモが2年以上群落を形成するとともに、移植元で群落の減少が認められないことから、移植元にも大きな影響を及ぼさないことが明らかになった。

特許件数：1

論文数：3

口頭発表件数：16

研究成果に関する評価

1 国内外における水準との対比

- (1) これまで全国各地で進められてきたアマモ場造成のための研究は、主に種苗生産や移植等の技術開発、およびアマモ場の物理的環境に関するものが多くなされてきた。しかし、アマモの種としての生物学および生態学的な特性についての研究は少なく、造成対象域の物理化学的環境とアマモの生物学特性を考慮し、対象域の特徴にあわせた造成手法の開発はあまり試みられてこなかった。本事業では、アマモの生物学・生態学的知見と特性を基礎として、アマモ場造成技術を開発することにより、簡便で効率的なアマモ場造手法を開発することができた。また、これまで漁業者と連携したアマモ場造成の例は国内外ともなく、本研究事業で初めて達成することができた。
- (2) 栄養株の移植を行う場合、天然株の大量採取が必要となるが、陸上水槽での分株を利用することにより、必要な時期に必要な量の移植種苗を効率的に生産する事が可能となった。
- (3) 播種・株植を必要としない自然繁殖移植工法は国内外に例がなく、天然海草藻群落を保全しながら移植するための有効な技術と考える。
- (4) コアマモについての研究事例はほとんどないが、その特性は干潟域の保全に貢献できる可能性が確認できた。このような観点からの報告は例がなく、干潟の研究面からも評価を受けることが想定される。

2 実用化に向けた波及効果

- (1) 本研究事業で開発された「ゾステラマット」を用いたアマモ場造成技術は、三重県が行っているアマモ場造成事業に取り入れられ、現在、二見地区および御殿場海岸で事業が進められている。また、神奈川県、愛知県、熊本県でも本技術を用いたアマモ場造成試験が進められている。なお、本技術は、2007年に水産庁から発行された「アマモ類の自然再生ガイドライン」にも、造成技術例として紹介された。
- (2) 分株により生産した種苗を砂浜域に移植し、干潟域へのアマモ場造成が可能となったことにより、アマモが生息可能な様々な底質条件の地点に造成が可能となった。
- (3) 自然繁殖工法は、従来移植工法に比べてコスト、時間とも削減できることから、今後の普及が期待される。

残された課題と対応方針について

1. 種子は5-6月にかけて採取し、11-12月に基盤に入れて設置する。この間の数ヶ月間の保存方法をとし、0-2℃の低温下で保存している。本技術の難点は、大量の種子を必要とすることから、発芽率の向上や、1-2年間の長期保存方法を開発する必要がある。
2. コアマモについては、海域移植後の生残状況が極めて悪く、かつ生殖株の形成も認められなかった。コアマモに適した移植地点や移植方法等の開発が必要である。
3. 干潟との連続性を高めるためには、より浅場でのコアマモ造成技術を開発する必要がある。また、英虞湾内のコアマモ場再生を推進するためには、市民参加型の陸から簡易に造成可能な技術を開発する必要がある。そこで、コアマモの環境耐性を把握し、生育が可能な浅場でコアマモを定着させる生分解性ポットを用いた陸からの簡易な造成技術を開発する。

	J S T 負担分 (千円)							地域負担分 (千円)							合 計
	H 14	H 15	H 16	H 17	H 18	H 19	小計	H 14	H 15	H 16	H 17	H 18	H 19	小計	
人件費	-	2,000	2,500	2,022	2,402	1,837	10,761	500	2,000	8,900	9,309	8,347	5,099	34,155	44,916
設備費	-	-	-	-	2,274	-	2,274	-	-	-	-	-	-	-	2,274
その他研 究費(消耗 品費、材料 費等)	-	5,649	6,058	4,893	1,770	233	18,603	600	4,300	17,163	20,494	6,925	6,034	55,316	73,919
旅費	-	300	190	296	378	182	1,346	100	1,300	1,400	1,138	904	674	5,516	6,862
その他	-	-	-	93	168	381	642	4,700	-	1,400	-	-	-	1,400	2,042
小 計	-	7,949	8,748	7,304	6,992	2,633	33,626	5,900	7,600	28,863	30,941	16,176	11,807	96,387	130,013
代表的な設備名と仕様 [既存 (事業開始前) の設備含む] J S T 負担による設備: オートクレーブ (トミー精工製、LSX-500)、クリーンベンチ (日本エアテック製、 TVG-1001)、実体顕微鏡 (オリンパス製、SZX16-3141)、他 地域負担による設備 :															