

担体による複合海藻群落の造成に関する技術体系の確立

水産大学校生物生産学科

鬼頭 鈞・村瀬 昇

平成11～13年度

緒 言

藻場は浅海沿岸域の一次生産者として重要な役割を担っている。天然の藻場は、数種類の構成種がランダムに混生しているのが普通で、多様な種で構成された複合海藻群落といえる。このような複合海藻群落には、多様な生物が多く生息しており、水産資源の増殖の場としても重要な役割を果たしている。

本課題では、担体と称する海藻種苗基質を用いて（図1）、1年生海藻、多年生海藻など生活形が異なるいくつかの種を対象に、それぞれの生態的特性を考慮し、多様性の高い複合海藻群落の造成を試みた。担体は、海藻の生殖細胞が着生しやすく、そして生残性が高く、さらに、取り扱いが容易という特徴をもつ。したがって、藻場造成時に海藻種苗の供給源として造成海域に大量に播くことによって、担体上の海藻が他の生物に負けないで、常に高い密度で群落を維持していくことが期待できる（図2）。

平成11年度および12年度には、天然藻場における構成種の種組成と年齢構造を把握し、担体を利用した複合海藻群落形成に適した種を選定するとともに、様々な手法により担体への採苗を行なった。また、平成13年度にかけては、担体上で着生した海藻種苗を屋内および屋外水槽、海域へ移植し、その後の生長を追跡観察した。

今後、担体を用いて藻場を具体的に造成していくには、まず第一に、多様な種を担体に採苗し、大量かつ安定的に供給する手法（中間育成技術）を確立する必要がある。次に、実証実験規模の藻場造成として、多様な担体種苗を組み合わせる複数年にわたり海域に移植する必要がある。基礎的知見を集約するために、その後の生長や種間関係などを把握し、複合海藻群落が藻場として安定してゆく過程を明らかにし、技術体系を確立することが重要である。

調 査 方 法

1. 天然藻場における複合海藻群落

1) 構成種の観察

天然藻場での構成種を明らかにし、担体へ採苗する種を選定するために、瀬戸内海および日本海側においてSCUBA潜水により目視観察を行なった。瀬戸内海側は山口県田布施町馬島周辺、日本海側は山口県下関市蓋井島周辺および日置町黄波戸沿岸において、それぞれ水深0～5mの浅所および水深10m付近の深所の岩礁域に広がる藻場を対象に実施した。

2) 年齢構造の観察

天然藻場での年齢構造を明らかにするために、山口県日置町黄波戸沿岸水深約8mのノコギリモク群落および山口県上関町長島沿岸水深約10mのクロメ群落を対象に、50×50cm方形枠を用いた刈り取りを行なった。ノコギリモクは付着器に認められる生長輪、クロメは

茎部に認められる生長輪を数え、それらを年齢の基準形質とした。

2. 担体への採苗

1) 担体への直接採苗と育成実験

担体への採苗には、前項の複合海藻群落の状況の調査結果を踏まえて、ガラモ場を構成するホンダワラ科のノコギリモクおよびアカモク、海中林を構成するコンブ科のクロメを用いた。

ノコギリモクの生殖細胞である幼胚は、1997年および1998年の6月に山口県日置町黄波戸沿岸で採集した母藻より確保した。アカモクの幼胚は、1999年、2000年、2001年の4~5月に山口県豊浦郡川棚沿岸で採集した母藻より確保した(図3a)。2000年4月には屋外水槽で成熟した担体上のアカモクからも幼胚を確保した。担体への採苗は、PESI培養液18lが入った水槽の底に担体を設置し、その上に幼胚をコマゴメピペットで散布する方法で行なった(図3c)。幼胚を担体に着生させた後、このまま静置した状態で温度20°C、光強度50 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$ 、12時間明期、12時間暗期の条件下で、予備培養を行なった。

一方、クロメの母藻は1999年10月に山口県日置町黄波戸沿岸と2000年および2001年10月に山口県田布施町馬島沿岸で採集した。子のう斑を有する葉状部を表面が乾く程度に干出させ、それを容量1lのビーカーに入れた(図3b)。ビーカー内で遊走子が放出されたことを顕微鏡で確認した後、採苗を行なった(図3c)。5日間止水で培養し、その後は流水で培養した。海域へ移植するまで、ある程度の大きさに育成させるための温度、光量について検討した。

2) 担体を用いた藻体移植

担体へ直接採苗して得た種苗藻体の他に、屋外水槽で生育していたクロメの幼体付着器部分をロープで挟み込み、そのロープの両端と担体とを接着剤(東亜合成 GEL-10)により接着させて得た種苗藻体と(図4a-c)、ノコギリモクの成体の付着器底部と担体とを接着剤により接着させて得た種苗藻体を作成した(図4d-f)。それぞれ、数日後には後述する海域において岩盤や人工基盤に水中ボンド(コニシ E380)により貼り付けた。

3. 海藻種苗担体の生長実験

1) 屋内および屋外での生長実験

採苗から約3週間静置培養した後、ノコギリモクおよびアカモク発芽体が担体に着生したことを確認し(ノコギリモク種苗担体、アカモク種苗担体とする)、そのままの状態に担体を5~100 cm^2 に砕いて海藻種苗担体とした。ノコギリモク種苗担体については屋内に置かれた容量2tの水槽、アカモク種苗担体については屋外に置かれた容量0.2tの水槽移して流水下で培養した。屋内水槽での培養条件は流水状態で、光源には陽光ランプを用い、光強度約40~100 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$ 、12時間明期、12時間暗期とした。屋外および屋内水槽ともに、担体および藻体に付着する藻類や浮泥などを週に1回、海水を流しながら手で丁寧に取り除いた。

2) 海域移植による生長実験

海域移植については、山口県の日本海に面した下関市蓋井島、同市垢田、日置町黄波戸および瀬戸内海に面した田布施町馬島の各沿岸で次のように実施した(図5)。

①蓋井島-クロメ*: 2001年9月、人工基盤上および岩盤上への移植、水深約7m

②垢田-アカモク・クロメ*: 2000年11月、人工基盤への移植、水深約6m

ノコギリモク**: 2001年6月、人工基盤への移植、水深約6m

③黄波戸ーノコギリモク：1997年7月，岩盤上への移植，水深約8m

④馬島ークロメ：2000年7月，2001年9月，2002年1月，人工基盤への移植，水深約5m

*クロメ幼体のロープ挟み込み担体，**ノコギリモク成体の接着担体

これらの生長について，SCUBA潜水により藻体の全長，莖長や莖径をメジャーやノギスを用いて測定した。

結 果

1. 複合海藻群落の状況

1) 群落の構成種

瀬戸内海および日本海側の浅所および深所における海藻群落の構成種を表1に示す。瀬戸内海の浅所では，ガラモ場が広がり，ホンダワラ科1年生のアカモク，同科多年生のマメタワラ，ヤツマタモクが混生し，これら3種が複合海藻群落の主な構成種であり，さらにコンブ科1年生のワカメもガラモ場内に点在していた。瀬戸内海の深所では，海中林を形成するコンブ科多年生のクロメとガラモ場を形成するホンダワラ科多年生のノコギリモク，ヨレモクの3種が複合海藻群落の主な構成種であった。

一方，日本海側の浅所では，海中林を形成するコンブ科多年生のアラメ，ホンダワラ科1年生のアカモクの2種が複合海藻群落の主な構成種となっており，1年生のワカメも点在していた。日本海側の深所では，ガラモ場を構成するホンダワラ科多年生のノコギリモク，ヤナギモク，ヤツマタモクの3種が複合海藻群落の主な構成種となっており，コンブ科多年生のクロメもガラモ場内に点在していた。両海域とも浅所では1年生と多年生の生活史を有する種，深所では多年生の種が複合海藻群落の主要構成種となることが認められた。このように，瀬戸内海および日本海側ともに，浅所ではアカモク，深所ではクロメとノコギリモクが複合海藻群落を構成する主要な共通種であった。また，母藻の採集も比較的容易であるため，本課題ではこれらの種を担体に着生させる種苗として，採苗し，生長実験を行なった。

2) 群落の年齢構造

ノコギリモク群落およびクロメ群落における年齢組成を図6に示す。ノコギリモク群落では種として識別できる生長輪数が1輪以上の藻体について示した。ノコギリモク群落では1~8齡群が認められ，年齢が高まるとともに付着器および莖部が肥大発達した。一方，クロメ群落では0~3齡群が認められ，年齢が高まるとともに付着器および莖部が肥大伸長した。ノコギリモク群落では3齡以上，クロメ群落では2齡以上で成熟可能な大型藻体に生長した。

2. 海藻種苗担体の育成条件

アカモクの幼胚を担体に散布した後，光量が日射量の約10%となる雨のあたらない場所で海域へ導入するまでの2~5ヶ月間，静置した状態で培養を行なった（図7a）。この間，水温は17℃から28℃まで上昇し，光量は天候や時期により異なり南中時の最大光量が50~200 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$ で推移した。また，ろ過海水の交換を週1回行った。採苗から約3ヶ月経過したアカモク発芽体は全長1~3cmまで伸長した（図7b）。

クロメの遊走子を担体に散布した後，温度15℃，光量50 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$ ，12時間明期，12時間暗期の条件下の恒温室において5日間静置した状態で培養した。その後，海域へ導入するまでの3ヶ月間は屋内に置かれた水槽に移し，蛍光灯により光量50 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$ ，10時間明期，14時

間暗期の下、流水で培養した（図7c）。この間、水温は21°Cから15.5°Cに低下した。採苗から3ヶ月後にクロメ発芽体は全長1~9cmに伸長した（図7d）。

3. 海藻種苗担体の生長

1-1) 屋内水槽へ移植したノコギリモク種苗担体の生長

ノコギリモク種苗担体（図8a）の屋内水槽への移植については、1997年および1998年の6月に採苗し、両年とも7月に水槽へ移植した。この2つの年級群の生長を4年半以上にわたり継続して測定した。屋内水槽におけるノコギリモク種苗担体の平均全長の変化を図8に示す。97年および98年に採苗されたノコギリモク種苗担体は、ともに発芽して1年間は全長数cmの幼体のままで、生長は非常に遅かった（図8b）。採苗から1年を経過し、水温が低下する時期になり、ノコギリモクはようやく伸長し始め、1年半を経過した冬季から春季には全長約16cmまで伸長した。2年目には数個体の大型藻体で生殖器床の形成が認められ（図8c）、その後、伸長した主枝が枯死脱落し、越年する茎部より新しい主枝が萌出したため、全長は約10cm程度にまで低下した。その後、担体上ノコギリモクは急速に伸長し、気胞が形成された。2000年7月には、97年採苗の3年目のほとんどの藻体で生殖器床が認められた。2001年2月には両年級群の全長がほぼ同じ値を示した（図8d）。その後は前年と同様に、冬から春にかけて伸長し、7月に生殖器床の形成後、主枝の脱落が認められた。したがって、成熟可能な大型藻体への生長はほとんどの藻体で3年かかることが明らかとなった。

1-2) 屋外水槽へ移植したアカモク種苗担体の生長

屋外水槽での担体上で着生したアカモクの生長の季節変化を図9に示す。採苗から約1ヵ月後の1999年6月には担体表面に高い密度でアカモク幼体が発芽した。その後、水温が上昇する夏季では緩やかに生長し、水温が低下する秋季以降、生長が活発であった。2000年2月には全長が3.1~104.5cmの範囲でアカモク藻体が認められ、平均36.1cmであった（図9a）。4月にはほとんどの藻体で全長が約1mに伸長し、生殖器床が形成された。5月には雌個体の生殖器床上で卵あるいは幼胚の放出が確認された（図9b）。これらの幼胚を担体に採苗し、引き続き屋外水槽で培養した。7月には全長が約1cm程度まで伸長した。このアカモク種苗担体は棘状基盤へ移植した。

2) 海域移植による海藻種苗担体の生長

①蓋井島

2001年9月にクロメ種苗担体（2000年10月に採苗し屋外水槽で生育していたクロメ幼体をロープに挟み込み担体と接着させたもの、図4c）を1995年に設置した人工基盤（ペンタコン）と岩盤上に水中ボンドで貼り付けた。人工基盤は砂面からの高さが30cmおよび60cmの位置に、岩盤は砂面からの高さが40cmの位置に種苗担体を貼り付けた。移植時のクロメは全長11~20cm、莖長0.3~0.7cmであった（図10a）。2002年3月には、砂面高30cmの人工基盤上のクロメは1個体だけが生残し、全長40cm、莖長4.5cm、側葉2枚に伸長していた（図10b）。砂面高60cmの人工基盤上のクロメは3個体とも生残し、全長33~40cm、莖長4.5~5.7cm、側葉4枚に伸長していた（図10c）。また、砂面高40cmの岩盤上のクロメは2個体が生残し、全長37cmおよび40cm、莖長4cmおよび5.4cm、側葉3枚および2枚に伸長していた（図10d）。

②垢田沖

2000年11月にアカモク種苗担体（2000年4月採苗）とクロメ種苗担体（1999年10月に採苗し屋外水槽で生育していたクロメ幼体をロープに挟み込み担体と接着させたもの）をステ

プレス台を用いて人工基盤（柱状突起ブロック，図5左下）にボルト締めした。移植時のアカモクは9個体，全長2～9cm（図1 1a），クロメは16個体，全長6～15cm，莖長が0.3～0.8cmであった（図1 1b）。2001年3月にはアカモクが全長50～80cmに伸長し，7個体が残存していた（図1 1c）。その後，アカモクは成熟し枯死したと思われ，10月には新生した全長1～2cmのアカモク幼体が15個体認められた（図1 2a）。また，クロメについては，2001年3月にクロメが全長30～40cmに伸長し，10個体が残存していた（図1 1d）。その後，10月には4個体が認められ，全長20～37cm，莖長4～5cmに伸長し，側葉を片側に10～12枚形成していた（図1 2b）。一方，2001年6月にノコギリモクの成熟（生殖器床）が認められる雌雄株を採集し，付着器と担体とをゼリー状接着剤で接着し（図4f），それとブロックとを水中ポンドで貼り付けた（図1 3a）。10月には移植した成体が16個体中15個体が残存し，移植藻体の付着器周辺にはそれぞれ新生した全長1～2cmの幼体が3～15個体認められた（図1 3b）。

③黄波戸

1997年7月にノコギリモク種苗担体（1997年6月採苗）を岩盤上に貼り付けた。移植から1年間は全長数cmの幼体のままであった（図1 4a）。その後ノコギリモクは伸長を始め，2年目の1999年7月には全長が約7.5cmに伸長した（図1 4b）。3年半経過した2000年12月には全長が10cm程度しか伸長していなかったが，付着器と莖部は肥大発達し，莖径が約4mmであった。その後ノコギリモクは伸長を始め，4年半経過した2002年3月には全長が35cmまで伸長し，莖径が約7.5mmであった（図1 4c）。海域移植した岩盤状の割れ目や凹地にはサザエやムラサキウニなどの藻食性動物が多く（図1 6a・b），これらの食害により残存する個体は5個体となった。

④馬島

2000年7月，2001年9月および2002年1月にクロメ種苗担体（それぞれ1999年，2000年および2001年10月に採苗）を人工基盤の斜面に貼り付けた（図1 5a）。2002年1月には3年目の藻体は全長55cm，2年目では全長10～20cm，1年目では5～15cmに伸長した（図1 5b）。このように，毎年，幼体を加入させることで多年級群落が造成可能であることが確かめられた。しかし，堆積泥（図1 6c・d）や藻食動物の影響による個体数の減少が目立っていた。

考 察

本課題では担体により複合海藻群落を造成するための技術的な知見を集積することを目的として，対象種の生態的特性に応じて，採苗方法，中間育成方法，海域などへの移植実験などを実施した。

まず，海藻種苗の着生基質として用いた担体については，砕いた石（5～10mm径）をセメントで接着した「粟おこし」状の1辺が30cm，厚さ10mm板状のブロックである。板状であるため海藻の生殖細胞を採苗する際，屋内外の水槽などでも容易に取り扱うことができる。また，強度は金槌などで簡単に破壊できる程度であるため，採苗後発芽した藻体が着生したまま適当な大きさに砕くことができ，大量の海藻種苗を得ることが可能である。担体からのアルカリ成分溶出については約1ヶ月続くことが知られているため¹⁾，本課題では採苗にあたり約3ヶ月間，海水で流した後で使用した。

海藻群落は種々の種類で構成されるわけであるが，本課題では日本海および瀬戸内海の両海域に共通して優占する種であるホンダワラ科の1年生のアカモク，多年生のノコギリモク，コンブ科の多年生海藻のクロメを選び，それぞれ担体への採苗と海域移植までの中

間育成について検討した。成熟盛期の母藻を採集する時期については同じ場所でも、その年の気候条件によって2週間程度ずれることがあった。採苗用の母藻を確保するためには事前の海藻相および成熟時期を確認する調査が必要である。母藻を安定的に供給する方法のひとつとして、屋外水槽へ移植したアカモク種苗担体の生長実験により、採苗から発芽、伸長および成熟に至る生活史が完結できたことを確認した。したがって、採苗用の幼胚（生殖細胞）を天然群落内の個体に依存することなく、人為的に確保することが可能となった。

本課題では、単一の多年生海藻で構成される群落についても、多様な年級群で構成されることを確かめた上で、複合海藻群落として扱った。多年生海藻で構成されるノコギリモク群落およびクロメ群落の年齢構造を調べ、多様な年級群で構成されていることを明らかにした。両群落とも大型藻体群が優占し景観上発達した状態であるが、次世代を担う幼体群や未成熟な小型藻体群の存在は、群落の安定維持に必要な構成群であることが示された。ノコギリモク群落の年齢構造は、最大9齢まで観察され、3齢以上の大型藻体で成熟が認められたと報告されている²⁾。ノコギリモクの成熟については、本課題での屋内水槽への移植実験とほぼ同様で3年程度必要であることが明らかとなった。一方、クロメについても成熟が3齢以上のほとんどの大型藻体で認められている³⁾。これらのことから、単一種で構成される多年生海藻群落の造成において、天然群落の年齢構造に近づけるためには少なくとも3年間は種苗担体を投入し続ける必要があると考えられる。

海藻種苗の採苗用基質として用いた担体の活用方法として、クロメ幼体をロープに挟み込んだものを担体に貼り付けたり、ノコギリモク成体を直接担体に貼り付けたものを作成し、実際に海域へ移植した。ロープに挟み込んだ方法としてアカモクを用いて屋内水槽で生活史を完結させた報告がある⁴⁾。この方法により、母藻の採集、生殖細胞の採苗や中間育成の手間を省き、コストを軽減させることが可能である。また、比較的容易に天然岩盤や既製の人工礁に貼り付けて移植することができるため応用範囲も広い。海域移植実験を実施した垢田でのノコギリモク成体の移植実験により、担体は母藻の移植にも利用可能であり、特に多年生の大型海藻では移植する母藻自身を生存させることができ、次年以降の成熟により生殖細胞を確保することができる。また、馬島でのクロメ幼体の移植では、毎年幼体を加入させることにより、多年級群で構成される複合海藻群落を早期に造成するのに適していることが確かめられた。

多様な種で構成される複合海藻群落としては、2種であるが垢田でのアカモクとクロメの混生群落を同一基盤上に造成することができた。当該海域は藻食動物も少なく、浮泥などが堆積しにくい場所であった。本調査期間が3年であったため、群落として維持できるかどうかは、今後引き続き調査する必要があるが、1年生のアカモクについては成熟後、新生した幼体が認められ、また、クロメについても成熟部分（子のう斑）の形成が2002年秋季には期待できる。

海藻種苗担体による藻場造成を阻害する要因については、日本海側では蓋井島での移植実験により砂面からの高さの違いにより残存個体数が異なることから、漂砂が考えられた。砂の動きによる物理的な環境攪乱により海藻植生が砂面からの高さにより異なることは、ホンダワラ類でも報告されている⁵⁾。また、黄波戸での移植実験のようにノコギリモクの越年部分である付着器や茎が発達するものの、主枝の伸長が認められないことは、岩盤の割れ目や凹地に生息するサザエやウニ類など藻食動物による影響とみなされた。一方、瀬戸内海側では馬島での移植実験により特に海況が穏やかな夏季に堆積泥による生育阻害や個体数の減少が認められた。また、日本海側と同様にウニ類など藻食動物による影

響も明らかになった。これらの阻害要因の対応策としては、海藻種苗担体を移植する際に、海域の波浪特性に応じて、砂面からの高さを考慮するとともに、泥などが堆積しにくい斜面や垂直面などを利用する必要がある。また、藻食動物については基盤を改良したり防御装置などを併用することが望まれる^{6・7)}。

摘 要

本課題では、海藻種苗基質である担体を利用して造成した複合海藻群落が安定して維持されるための基礎的および応用的な知見を明らかにした。

複合海藻群落の構成種として認められたのは、1) 日本海および瀬戸内海の両海域に共通して優占する種として、ガラモ場を構成するホンダワラ科の1年生海藻のアカモク、多年生海藻のノコギリモク、海中林を構成するコンブ科の多年生海藻のクロメであった。また、2) ノコギリモクとクロメの純群落は多年級群で構成され、複合海藻群落として多様性を高めていた。3) 担体へは生殖細胞を着生させる他に、藻体基部をロープに挟み込み担体と接着したり、直接担体と接着する方法により、移植用海藻種苗担体を作成することができ、移植後の生長も良好であった。4) 担体上で発芽したアカモクを屋外水槽で生活史を完結させることができ、成熟藻体から生殖細胞を得て担体への採苗が可能となった。また、5) 多年生海藻のノコギリモクやクロメの純群落の場合、約3年に亘って連続的に海藻種苗を移植した結果、多年級群で構成される群落が造成されることを確かめた。6) 海藻種苗担体による藻場造成を阻害する要因としては漂砂、堆積泥、藻食動物であることが明らかとなった。

引 用 文 献

- 1) 鬼頭鈞・村瀬昇, 1999: 海藻種苗担体を利用した藻場造成の試み, 海苔と海藻, 59号, 7-11.
- 2) Murase N. and Kito H., 1998: Growth and maturation of *Sargassum macrocarpum* C. Agardh in Fukawa Bay, the Sea of Japan, Fish. Sci., 64, 393-396.
- 3) 村瀬昇・大貝政治, 1996: 瀬戸内海の長島沿岸に生育するクロメの生長と成熟, 水産増殖, 44(1), 59-65.
- 4) 村瀬昇, 2000: 展示を目的としたアカモクの飼育手法, 海苔と海藻, 61号, 27-32.
- 5) 寺脇利信・吉田吾郎・吉川浩二・有馬郷司, 1996: 瀬戸内海西部における基面の高さ別のホンダワラ植生の観察, 南西水研研報, 29号, 49-58.
- 6) 伊藤敏晃・高木力・平石智徳・山本勝太郎・梨本勝昭, 1999: ウニの逃避防止用エアポケットフェンスの効果について, 水産工学, 36(1), 71-74.
- 7) 川俣茂・古籟純一, 2002: 基質の性状によるキタムラサキウニの進入防止効果, 平成14年度日本水産工学会学術講演会講演論文集, 57-58.



図1 海藻種苗基質として開発した担体

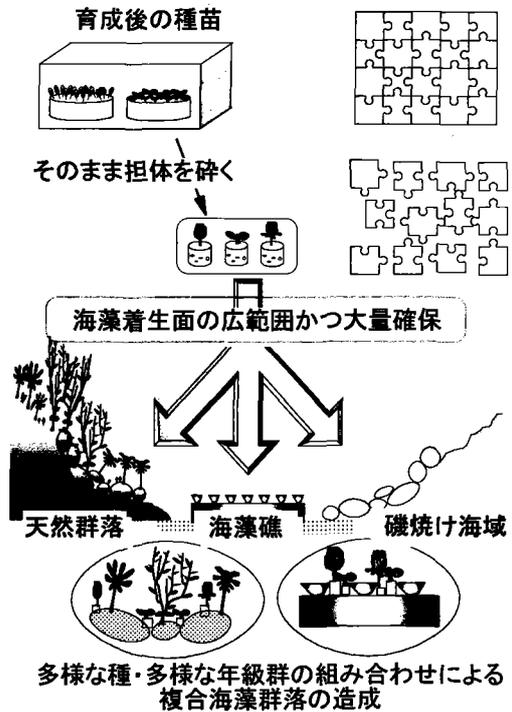


図2 担体による海藻複合群落造成の概念図



図3 ホンダワラ類(a)およびクロメ(b)の生殖細胞の採取と担体への採苗(c)



図4 担体を利用した移植用海藻種苗の作成方法

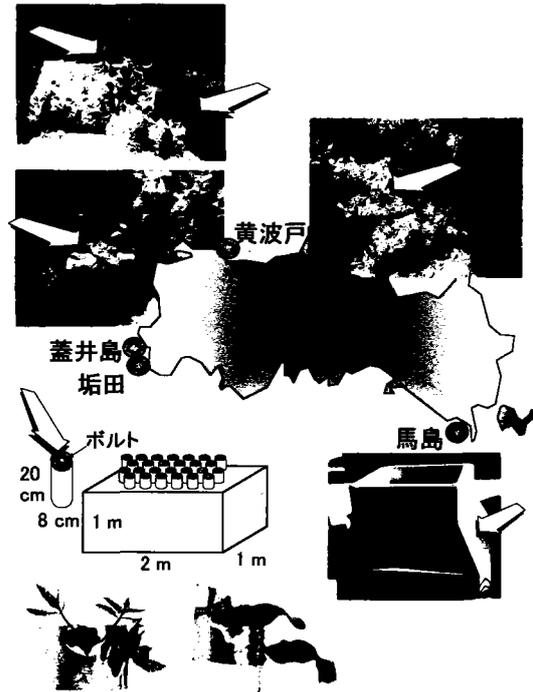


図5 海藻種苗担体の海域移植場所

表1 複合海藻群落の構成種

瀬戸内海

浅所	1年生	ワカメ・アカモク
	多年生	マメタワラ・ヤツマタモク
深所	多年生	クロメ・ノギリモク・ヨレモク

日本海

浅所	1年生	ワカメ・アカモク
	多年生	アラメ・ヤナギモク
深所	多年生	クロメ・ノギリモク・ヤツマタモク

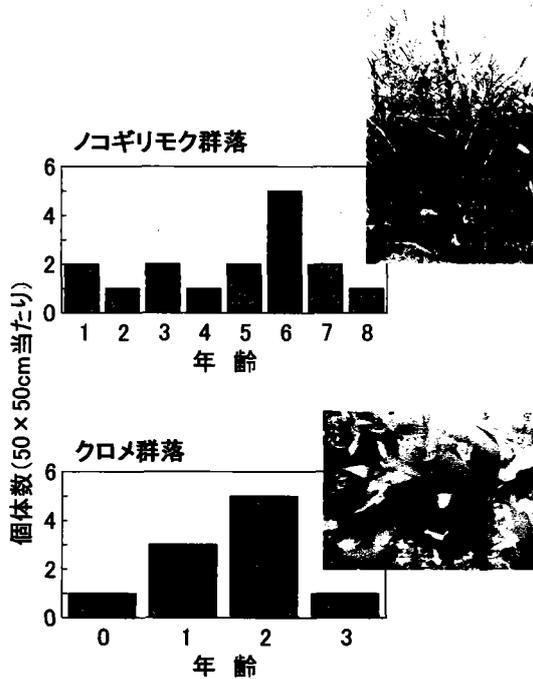
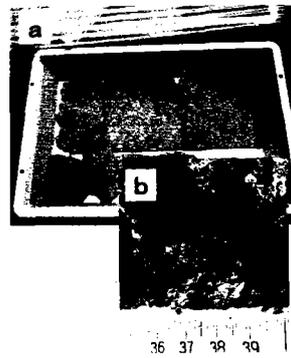


図6 ノギリモク群落およびクロメ群落の年齢組成



アカモクの育成条件 (4~9月)

光量
日射量の10%
50-200 μ E/m²/s
水温
17°C→28°C
止水



クロメの育成条件 (10~2月)

光量
50 μ E/m²/s
L:D=10h:14h
水温
21°C→15.5°C
流水

図7 ノギリモクおよびクロメ種苗担体の中間育成

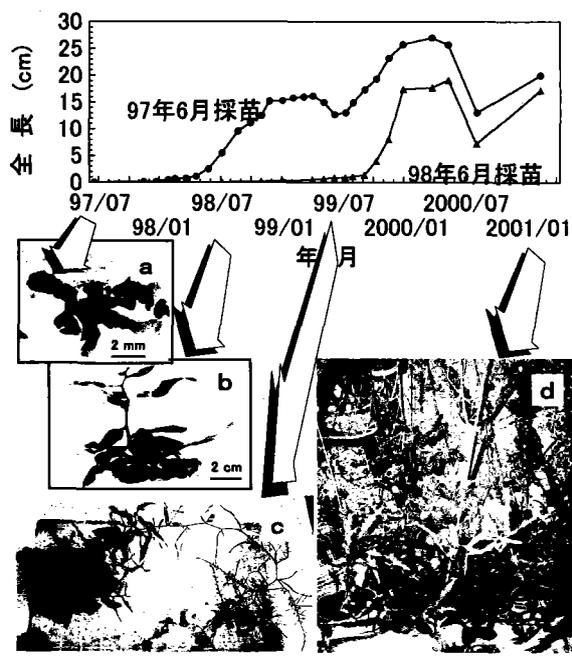


図8 屋内水槽におけるノギリモクの生長

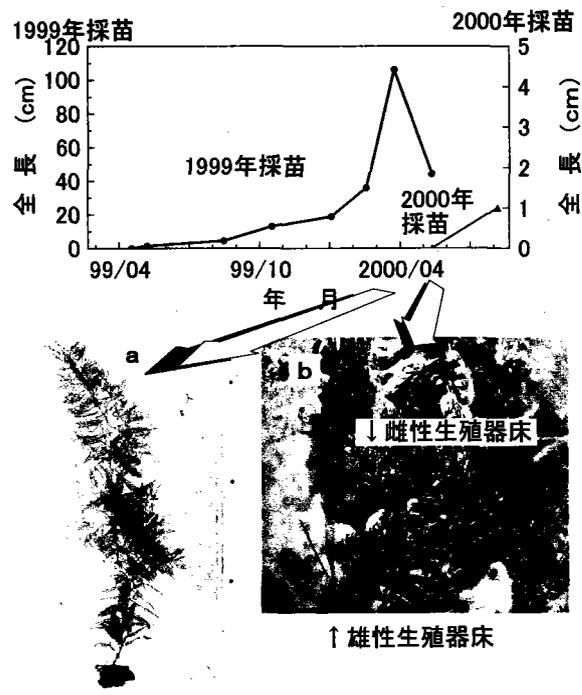


図9 屋外水槽におけるアカモクの生長

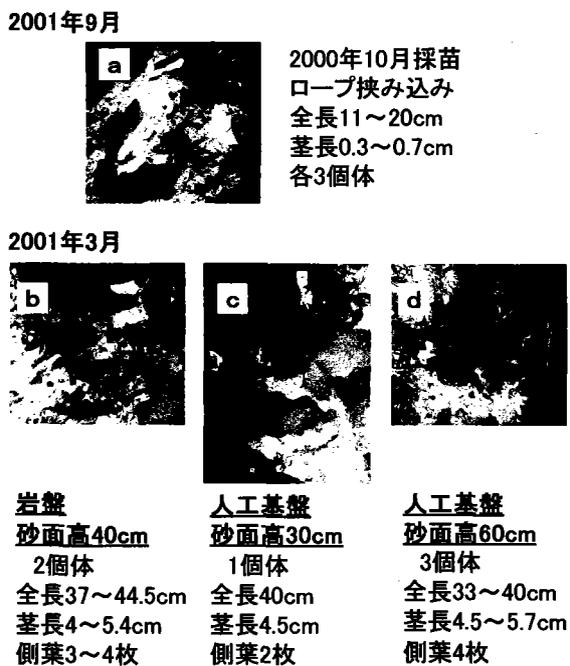


図10 蓋井島海域に移植したクロメの生長

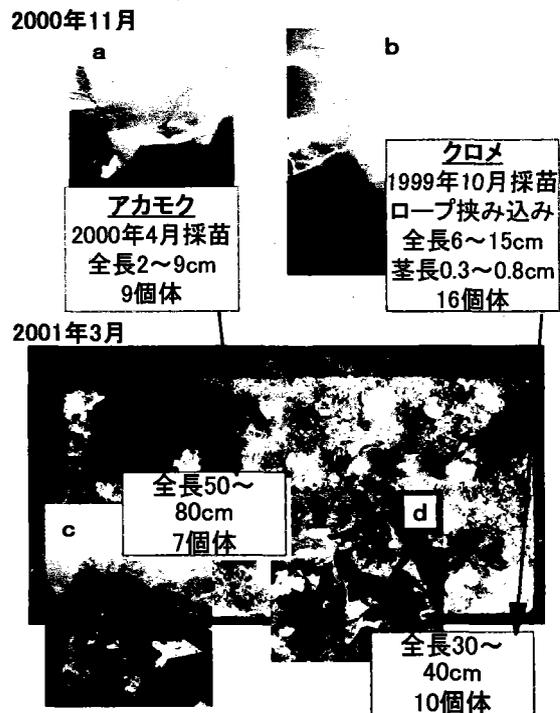


図11 垢田海域に移植したアカモクとクロメの生長

2001年10月

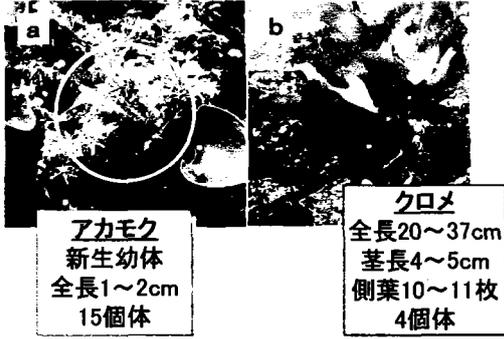


図12 垢田海域に移植したアカモクとクロメの生長

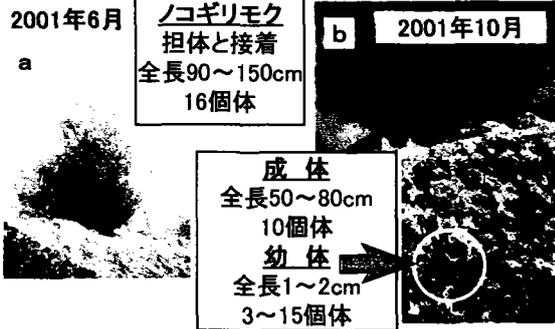


図13 垢田海域に移植したノギリモク成体の生長

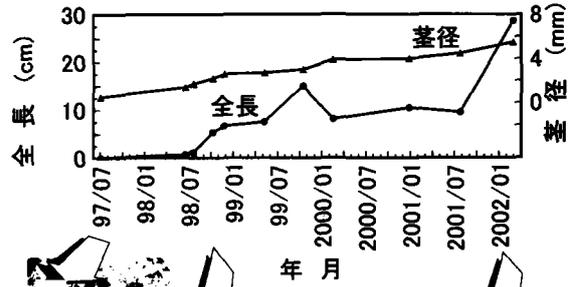


図14 黄波戸海域に移植したノギリモクの生長

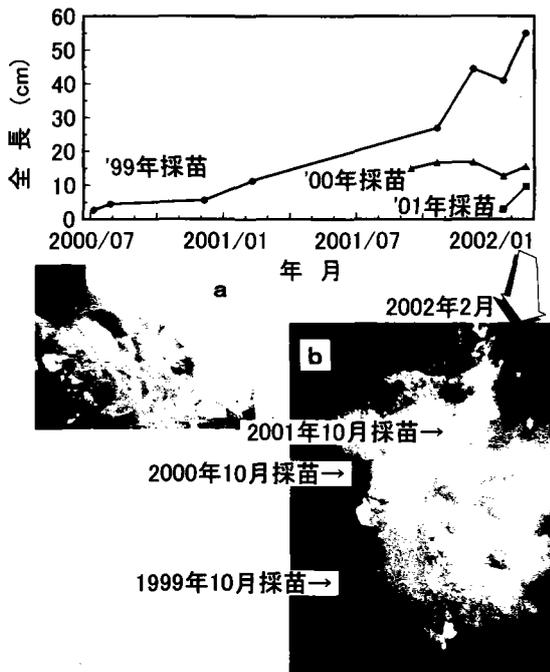


図15 馬島海域に移植したクロメの生長

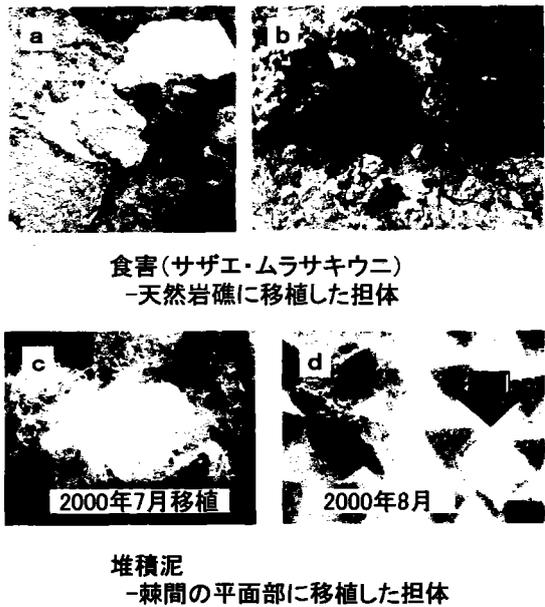


図16 海域移植した海藻種苗担体が生残しなかった要因