

藻場造成とその効果に関する研究

水産大学校 野田幹雄・柿元 皓

調査実施年度：平成7～9年度

緒言

水産資源の減少傾向が著しい近年においては、資源培養の機能をもつ増殖場造成の必要性が高まっている。藻場造成においても、磯根資源の餌料環境の整備という点のみならず、藻場そのものがもつ水産動物の資源培養の効果を期待して、人工魚礁や投石などを利用して藻場が造成されることも多い。本調査では、魚類を含めた水産動物の保護育成を図るための藻場造成技術を開発することを目的として、

- 1) 海藻類の付着基質の選択性
- 2) 藻場による幼稚魚などの小動物の保護効果
- 3) 藻場の空間構造と稚魚の分布

の3項目について調査を行い、海藻の着生から形成された海藻群落の水産動物に対する効果までを含めた総合的な検討を行った。

この報告書においては、上述の三つの調査項目について、個別に調査目的、調査方法、調査結果および考察を記述し、最後に総合考察として全体を総括した。

調査項目

1) 海藻類の付着基質の選択性

調査目的

コンクリート材と鋼材は、人工魚礁によく利用される素材であり、耐久性や加工の容易さなどそれぞれに特徴がある。近年、鋼材に関して、従来いわれてきた特徴のほかに藻場造成と関連して、海藻の生育に不可欠の鉄イオンを人為的に供給するために鋼鉄礁がよいともいわれる。しかし、野外における鉄イオンの効果を実証的に調査した事例は少ない。また、一般に海藻類と付着動物とは着生場所をめぐる競合関係にあると考えられ、藻場造成に際して付着動物の着生状況も掌握する必要がある。そこで、本項目では、野外の自然条件下における鉄分の化学的な効果を海藻類およびその競合種である付着動物全般について検討することを目的とした。

調査方法

餌生物の培養を目的として様々な素材を使った付着生物試験の結果から鋼材では錆による剥離の影響が推定されている²⁾。仮に鉄分による有用な効果があったとしても、この剥離の影響によってその効果は相殺されてしまうと考えられる。そこで、本研究では、鉄分の効用による要因と錆による剥離の要因とを分離しやすいように、鉄粉入りコンクリート材を含めた鋼材とコンクリート材との比較試験を行った。コンクリートブロックの大きさは20×20×5cmであった。鉄粉入りコンクリートブロックは20×20×5cmで、鉄粉含有量は重量比で全体の21%であった。鉄板の大きさは20×20×0.5cmであった。

1994年12月に山口県下関市吉見沿岸のフィッシングパークの栈橋の水面下2mの場所に上述の3種類の試験板を12枚ずつ計36枚吊り下げ式で設置した。設置した試験板を毎月25日前後に1枚ずつ取り上げた。研究室で試験板の片面の付着生物をはぎ取り10%ホルマリンで固定し試料とした。このとき匍匐性の小動物については、特にふるいにかけて選別することはしなかった。この試料中から30%を抽出し、種の同定

と個体数および湿重量を計測した。付着生物の着生量は、試験板の片面、つまり20×20cm当りに付着した個体数と湿重量に換算して示した。また、付着生物は、海藻、基盤に固着して移動ができない動物（固着性動物）、基盤上を移動することができる動物（匍匐性動物）の三つに大別して結果を示した³⁾。

調査結果

藻類の湿重量の月別変化を図1に示す。どの素材も量的には類似した推移を示した。つまり、5月に着生量のピークがみられ、コンクリートで最も大きな値を示した。しかし、それ以外の月においては、ほとんど海藻類の着生量は低い水準に止まった。さらに、藻類の出現種数を図2に示す。最低1種から最高13種まで出現したが、各素材間で出現した種数に大きな相違は認められなかった。海藻で優占した種類は、アナアオサとアオノリ類であり、すべての素材で同じこれらの種が優占し、鉄分を含む素材で異なる種が優占するということはなかった。

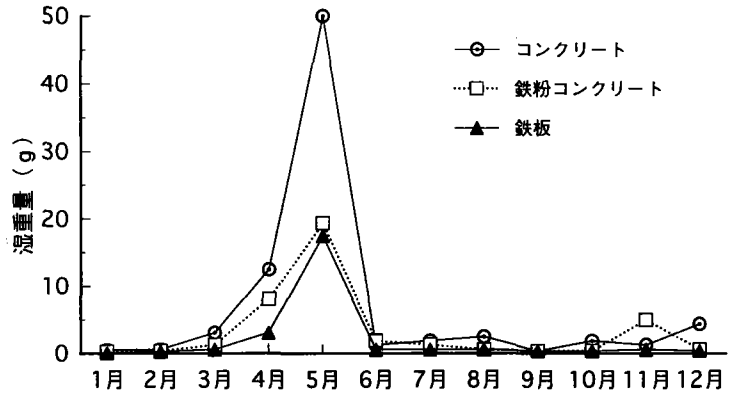


図1 付着藻類の湿重量の月別変化

固着性動物の湿重量の月別変化を図3に示す。海藻類の結果とは対照的に、固着性動物は、垂下した試験版の浸漬日数が経過するにつれて、その着生量を増加させていった。設置4か月後までは、着生量が少なく、素材間で着生量にとくに大きな相違はみられなかった。1995年5月からはすべての素材で重量が増加し始め、1995年12月にかけて各素材間で重量に顕著なバラツキが生じた。1995年7月には鉄粉入りコンクリートで重量が最も大きく、8月から10月にかけてはコンクリートで重量が大きくなっているが、全体的にみて鉄板および鉄粉入りコンクリートで重量が最大となる傾向は認められなかった。また、固着性動物で出現した分類群は、節足動物、海綿動物、腔腸動物、触手動物、軟体動物、原索動物であったが、そのなかで優占した種類は、アカフジツボ、ムラサキイガイ、シロボヤを主体とするホヤ類、フサコケムシであった。しかし、鉄板でフサコケムシが優占したことを除けば、素材間でとくに出現した種類の組成に大

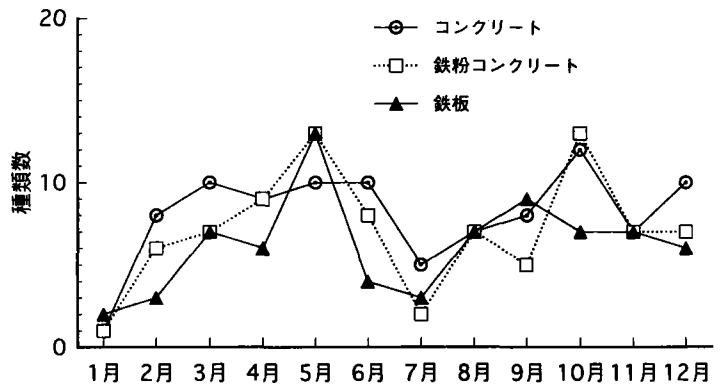


図2 付着藻類の出現種類数の月別変化

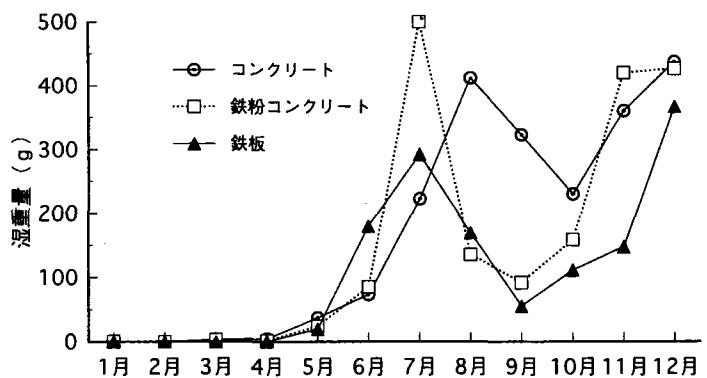


図3 固着性動物の湿重量の月別変化

きな相違は認められなかった。

匍匐性動物の湿重量の月別変化を図4に示す。匍匐性動物では、海藻類の着生量がピークを示すよりも早い試験板の設置後2、3か月ですでにその着生量の増加を示した。そして、各素材間でその着生量の湿重量に相違がみられた。つまり、1995年の1月から3月にかけては、鉄粉入りコンクリートブロックの重量が一定して大きかった。4月から6月にかけてはどの素材でも匍匐性動物が少ない状態であったが、7月からふたたび全ての素材で重量が増加し始め、10月から12月にかけて各素材間の重量に大きな差が生じた。しかし、単発的にある月にある素材の重量が突出して大きな値を示すことはあっても、年間を通じて各素材と匍匐性動物の重量の大小の間には一般的な傾向は認められなかった。また、海藻類の着生量がピークを示した4・5月の時期には、匍匐性動物の着生量は、極めて低い水準であった。

さらに、匍匐性動物を甲殻類(端脚類と十脚類)、棘皮動物、多毛類に分けて年間を通じたそれらの個体数の推移を三つの素材間で比較した。

甲殻類の個体数の月別変化を図5に示す。甲殻類のなかでも端脚類と十脚類では、出現の時期が異なった。端脚類では、試験板の設置後の初期(1995年1月から3月)に個体数のピークが認められ、鉄粉入りコンクリートで特に個体数が多かった。しかし、この時期以外でも5月には鉄板で、7月にはコンクリートでピークが認められた。十脚類についてみると、設置後10か月目から12か月目にかけて個体数が増加しており、これは固着性動物の重量の増大と平行していた。平均的にみて、コンクリートと鉄粉入りコンクリートで個体数が多いようであった。

棘皮動物の個体数の月別変化を図6に示す。棘皮動物の個体数はクモヒトデ類とウニ類とナマコ類の個体数を合計した値である。これも設置後10か月目から12か月目にかけて個体数が増加しており、コンクリートで個体数が多かった。

多毛類の個体数の月別変化を図7に示す。多毛類ではある素材で年間を通じて個体数が多いという傾向はなかった。

このように、匍匐性動物の各分類群についてみると、すべての分類群において一定して個体数が多かっ

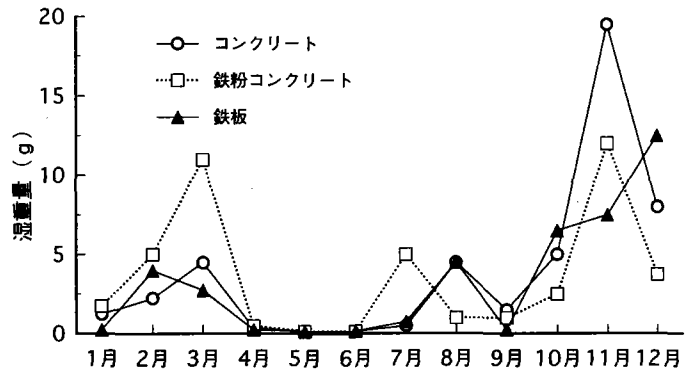


図4 匍匐性動物の湿重量の月別変化

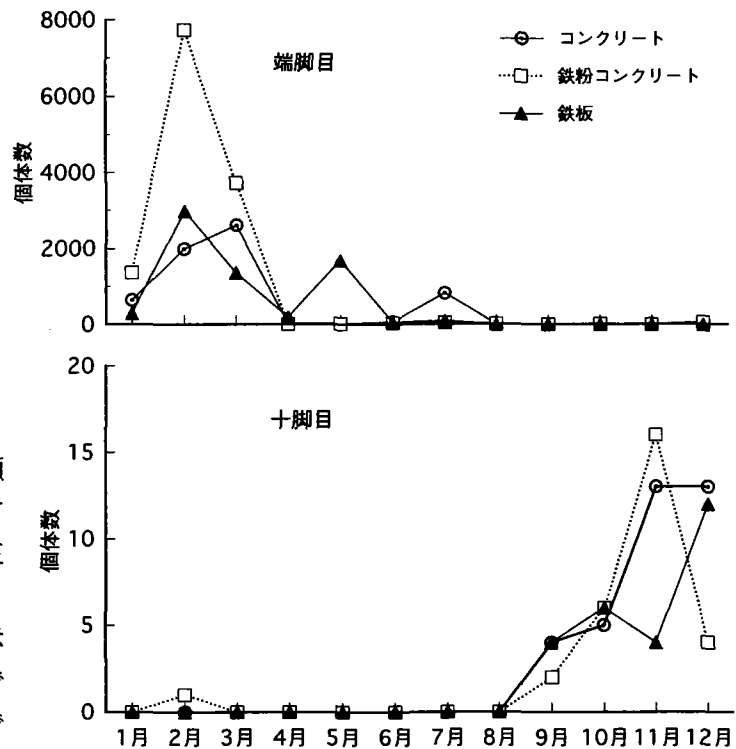


図5 甲殻類の個体数の月別変化

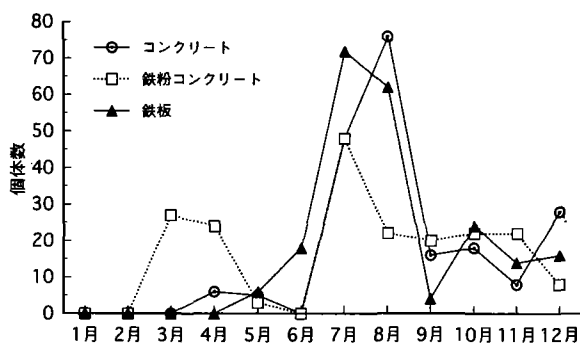


図6 多毛類の個体数の月別変化

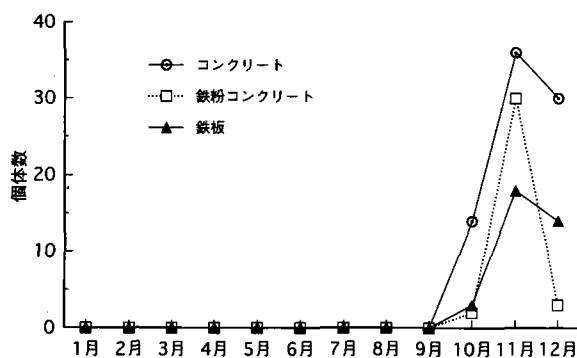


図7 棘皮動物の個体数の月別変化

た素材は認められず、各分類群においてもある素材で平均的に個体数が多くなるという明確な傾向はみられなかった。

考察

鉄分の化学的な効果があるとした場合に付着した生物量と素材との関係は次のようになると想定される。鉄の剥離の影響がほとんどないときには、鉄板で生物量が最も多く、鉄粉入りコンクリート、コンクリートの順に生物量が減少すると考えられる。剥離の影響が大きい場合には、付着基盤の安定性と鉄分の化学的効果の双方の条件がある程度満たされると考えられる鉄粉入りコンクリートで最も生物量が多いと予想される。これら以外の順位では、鉄分の効果が活性化しなかったと考えられる。本研究の結果をみると、全体的にみて鉄板および鉄粉入りコンクリートで特別に藻類が多く着生することはなかった。優占した海藻の種類も素材間でほとんど差がなく、優占種も短期間に急激に増殖するアオサ類のような短命海藻であった。したがって、藻類に対する鉄分の有益な効用は、自然条件下では判然としなかった。また、海藻類と付着動物の間には、逆相関の傾向があり、海藻類の着生量のピークと付着動物の着生量のピークとは合致しなかった。新しい基盤が提供された状態のときには、海藻類と付着動物との間は、着生場所をめぐって競争が起こっているものと考えられ、海藻類のみを選択的に着生させる基盤の開発が望まれる。

2) 藻場による幼稚魚などの小動物の保護効果

調査目的

藻場は稚魚や小動物が外敵から身を隠すのに好適な場所を提供するとされており、藻場の存在は稚魚などの小動物の生き残りに大きく貢献していると考えられている⁴⁾。しかし、藻場によるこの保護効果がどの程度の海藻草類の密度においてもっともよく発現するのか、あるいは海藻草類の形状との関係についてはどうか、というような点について定量的に把握した報告は少ない。そこで、これらの点を明らかにするために、稚魚および小動物を大型の魚食性魚類に捕食させる室内実験を行った。

調査方法

完全に遮光した暗室内に容量が243 l (L:120, W:45, D:45cm)の亚克力製水槽を設置し、水深40cmとして水槽全域が均一な照度になるように蛍光灯で照明した。照度は供試魚の行動特性から測定精度が保てる明るさを選んだが、50~4000lxの範囲内で実験ごとに統一して行った。また、測定中は夜間も同じ照度で照明を継続した。底一面に砂を敷いた水槽の半分を実験用藻類を植え込み、事前に収容して環境に慣らした1個体の捕食者を藻のない方の区域に追いやって区画板で水槽を仕切り、藻のある方に複数の被食者を収容し、両者の行動が落ちついてから区画板を取り除き自由に行動させた。

表1 捕食者と被食者の組み合わせ

実験 番号	捕食者			被食者			使用 海藻 草類	実験 回数
	種	TL (mm)	数	種	TL (mm)	数		
1	アナハゼ	128	1	アシナガスジエビ	18-42	5	Z, S	各2
2	マダイ	199, 200	2	アシナガスジエビ	18-42	5	Z, S	各2
3	ヒラスズキ	260	1	マダイ	20-40	10	Z, D	各2
4	オオクチバス	276	1	コイ	21-40	10	H	各4

Z: アマモ, S: ヤツマタモク, D: ヘラヤハズ, H: クロモ

使用した植物はアマモ (*Zostera marina*)、ヤツマタモク (*Sargassum patens*)、ヘラヤハズ (*Dictyopteris prolifera*)、クロモ (*Hydrilla verticillata*) で、それらの株密度は野外の坪刈り調査から得られた結果をもとに、その排斥水量 (1,111 l/m²) を標準値として使用した。

捕食者と被食者の組み合わせは、表1のとおりで、4種類の組み合わせの捕食実験を行った。実験1および2では、藻を入れない対照区とガラモとアマモの標準株密度としたもの(標準区)について測定し、実験3ではこれらのほかに、ガラモについて標準株密度の1/2倍としたもの(低密度区)、3/2倍としたもの(高密度区)について測定した。また、実験4では対照区のほかに高密度区、低密度区について測定した。

供試魚とした捕食者と被食者の組み合わせは、アナハゼ:アシナガスジエビ、マダイ:アシナガスジエビ、ヒラスズキ:マダイ稚魚、オオクチバス:コイ稚魚で、いずれも健康状態がよいと判断される個体を使用した(表1)。捕食者は実験開始2日前に給餌を停止し、被食者の個体数は予備実験の結果から得られた飽食量をはるかに下回る10個体あるいは5個体とした。

測定は、すべて毎回午前10時から開始し、初めの30分間は連続的に、それ以降は1時間ごとに生残数を測定し、対照区の生残率が0となるまで、あるいは最大24時間後まで測定した。

調査結果

供試魚の行動:捕食者のマダイ、ヒラスズキ、オオクチバスは藻の周辺を静かに遊泳し、時に藻の側や水槽の隅に停止して被捕食魚の動きを監視しているように観察されたが、攻撃していない状態では藻の中に入り込む行動は見られなかった。捕食者のマダイは夜間は照明がされていても行動が不活発で、捕食行動は主として昼間行われた。しかし、オオクチバスの捕食行動には昼夜の差が認められなかった。ヒラスズキは被食者を追ってアマモを押しよせのけながら攻撃を仕掛けたことがあったが、ガラモ条件下ではそのような行動は見られず捕食行動も消極的であった。また、オオクチバスもコイ稚魚も藻の間隙を遊泳したが、体が藻に触れるような狭い場所には両者ともに潜入しなかった。したがって、コイ稚魚が通過する間隙の大きさとオオクチバスが通過する間隙の大きさとは差が認められた。予備実験の結果、実験に供したアナハゼとマダイのアシナガスジエビに対する飽食量、ヒラスズキのマダイ稚魚に対する飽食量、オオクチバスのコイ稚魚に対する飽食量はいずれも30個体以上であった。

被食者のアシナガスジエビは昼間よりも夜間の方が活発に行動し、被食者のアシナガスジエビ、マダイ稚魚、コイ稚魚ともに藻に対する走性が見られ、藻の間隙や周囲に位置することが多かった。被食者のマダイ稚魚の多くはヒラスズキの攻撃に対して底の凹部に横になったり、斜めになったりして静止する横臥行動を行った。この行動をする個体は攻撃されることが少なく、底を離れて移動する個体が攻撃の標的となった。また、横臥行動は対照区やアマモ区で頻繁に観察され、ガラモ区のマダイ稚魚はガラモの間に逃避する個体が多く、横臥行動をする個体は少なかった。

生残率の経時変化：
 実験1のアナハゼ（捕食者）とアシナガスジエビ（被食者）との組み合わせでは、対照区が6.5時間後に0%となったが、ガラモ区では1.5時間後に50%に減耗して、以後24時間後までその状態を維持した。また、アマモ区はそれらの中間に位置した生残状況となった（図8）。

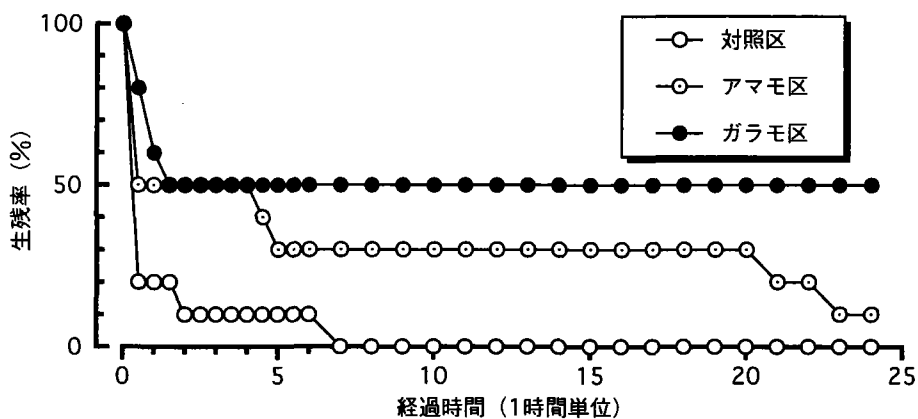


図8 海藻草類の種類別生残率の経時変化（アナハゼ：アシナガスジエビ）

実験2のマダイ（捕食者）とアシナガスジエビ（被食者）の組み合わせでは、対照区が2時間後に0%となったが、ガラモ区では2.5時間後に20%、11時間後には10%に減耗して、24時間後0%となった（図9）。また、アマモ区は両者の中間に位置した生残状況となった。

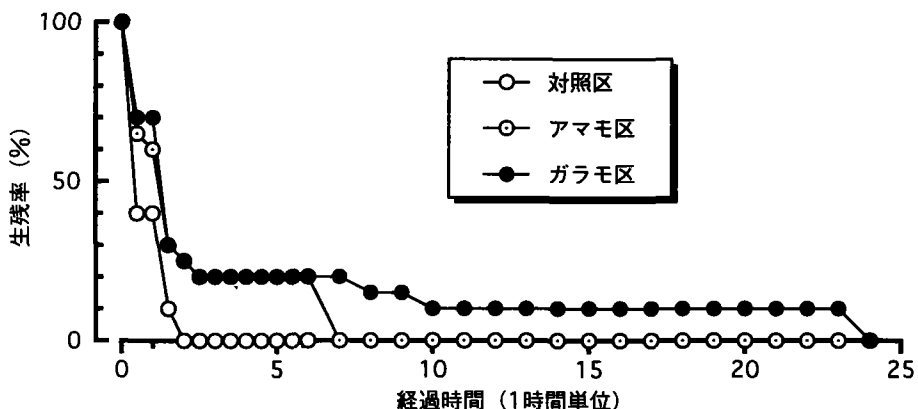


図9 海藻草類の種類別生残率の経時変化（マダイ：アシナガスジエビ）

実験3のヒラスズキ（捕食者）とマダイ稚魚（被食者）の組み合わせでは、対照区の生残率が20分後に0%となったが、その時点でガラモ区は40%が残り、さらに8時間後にも20%が生残していた。しかし、アマモ区では5分後に100%が捕食された（図10）。この実験はガラモについて密度差による変化も測定した。その結果、標準区の株密度の3/2倍の高密度区では10分後に85%となったまま8時間が経過したが、株密度が標準区の1/2の低密度区は15分後に10%となって60分後に0%となった。また、標準区はその中間に位置し、対照区は最も早く減耗している（図11）。

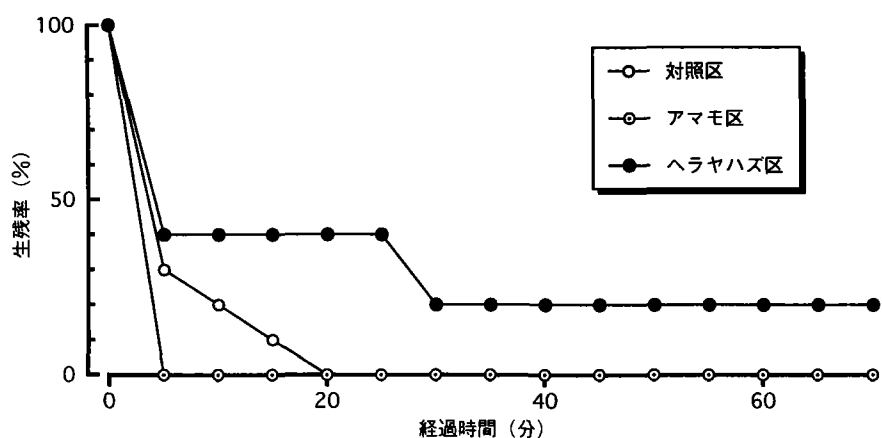


図10 海藻草類の種類別生残率の経時変化（ヒラスズキ：マダイ）

実験4のクロモを使用したオオオクチバス（捕食者）とコイ稚魚（被食者）の組み合わせでは、オオク

チバスの捕食行動が極めて活発で、被食者の生残率が0%となるまでの最大所要時間は標準区の13分であり、対照区と低密度区はいずれも35秒で0%となった。しかし、高密度区は標準区よりも短い時間で被食者の生残率が0%に達した(図12)。

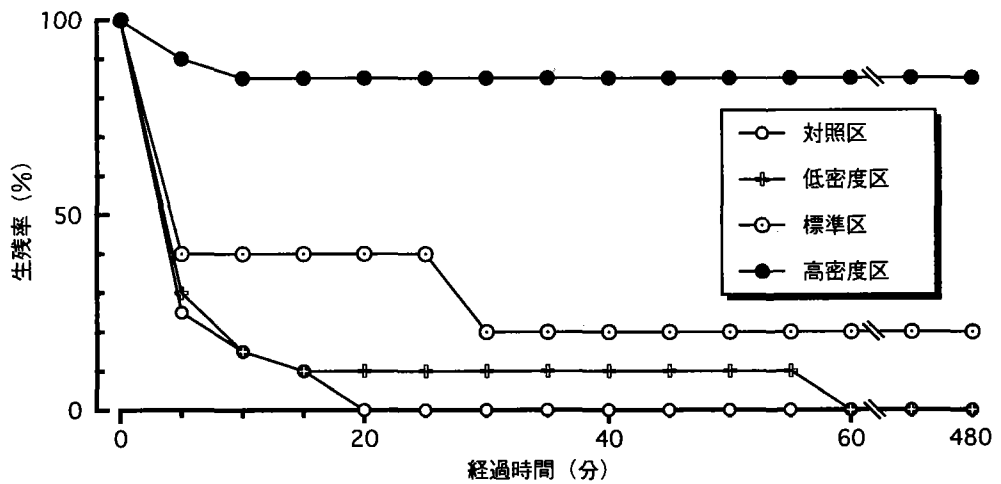


図11 ガラモの株密度別生残率の経時変化 (ヒラスズキ：マダイ)

各区の生残率：各区の生残率が安定したのは、実験1と2で開始後6時間、実験3では15分後、実験4では35秒後であった。そこでそれぞれの生残率が安定した時点における各区の生残率を比較検討した。その結果、実験1と2の生残率の順位は、いずれもガラモ区>アマモ区>対照区の順となった。実験3ではガラモ区>対照区>アマモ区となり、ガラモ区の密度差の実験では高密度区>標準区>低密度区の順となった。また、実験4では標準区>高密度区>低密度区=対照区の順となった。

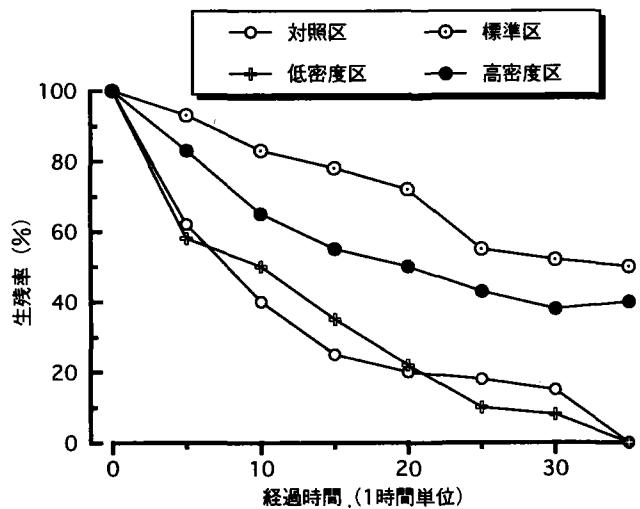


図12 クロモの株密度別生残個体の経時変化 (オオクチバス：コイ)

考察

各実験の藻場の生残率は多くの場合対照区よりも高くなっており、藻が形成する空間形状の複雑なガラモのほうが、単純なアマモよりもさらに生残率を高めている。しかし、実験3に見られるようにアマモの場合は対照区よりも生残率が低いこともある。これはアマモ場におけるマダイ稚魚の逃避行動が横臥行動を選択していることから、この程度の株密度のアマモ場はマダイ稚魚の隠れ場として機能していないことによると考えられる。また、マダイ稚魚の害敵に対する逃避行動は、海底の凹部に横臥する行動が有効な行動となっているが、このような行動はフィールドで観察されたマアジの攻撃に対するマダイ稚魚の行動でも確認されており(柿元・大久保：1985)、害敵から身を護る生得的な行動であろう。さらに、マダイ稚魚はガラモでは株密度の高い方が生残率が高くなっているが、それはガラモによって形成される複雑な空間構造が生残率を高めているのであろう。この時ヒラスズキの攻撃に対してマダイ稚魚は横臥行動よりも藻の間に隠れる逃避行動を選択していることから、マダイ稚魚にとってガラモの形成する複雑な空間は逃避のために有効な空間であったと考えられる。一方、実験4のオオクチバスとコイ稚魚の組み合わせでは、藻の株密度が過大になると、減耗が増大する結果となった。これは藻に触れないように遊泳するコイ稚魚の行動特性と使用したクロモが平均的に生え揃っていて逃げ込む空間が少ないことによるものであろう。つまりオオクチバスとコイ稚魚の体型の差と藻によって形成される空間の大きさとの関係が被食減耗を左右していると考えられる。このことは生残率を

高める適正密度が存在する結果となっている。人工魚礁における小型動物の生残率は、魚礁構造の複雑さ、捕食者と被食者の魚礁性の程度、捕食者の嗜好等によるとされ、特に魚礁構造が重要な要因であることが明らかにされている。^{5) 6)} 本調査で示された藻の効果は、人工魚礁の結果と類似するものであると考えられる。

3) 藻場の空間構造と稚魚の分布

調査目的

従来から、藻場は魚介類の餌場、隠れ家および産卵場として利用されるとともに、それらの幼稚仔にとっては保育場として機能するといわれてきた。しかし、これまで報告された藻場の機能は、海藻草類群落の優占する部分を念頭においた均質な環境との想定に基づく議論であり、藻場の縁辺部の群落の消失しつつある部分や部分的に群落のない空間が藻場全体の環境の中で、どのような役割を演じているかについて検討されることなかった。

我々は、これまでのガラモ場の調査において、局所的に大型海藻群落の欠落した部分がパッチ状に点在することを見だし、このパッチ状空間にも多くの稚魚が観察され、藻場と稚魚の分布との関係を検討する上で重要な要素の一つと考えられた。

そこで、このような海藻群落の欠落した空間との関連において、ガラモ場の海藻群落の分布と稚魚の出現状況について明らかにすることを目的として調査を行った。

調査方法

調査は山口県下関市北西の日本海側の沖合約20kmに位置する蓋井島地先において毎月野外調査を行った。調査場所は、波打ち際から距岸約100~150mまでヤツマタモクとジョロモクを優占群落とするホンダワラ科の海藻群落がよく発達する広大なガラモ場であった。

一見大型海藻の密林のようにみえるガラモ場も詳細に観察すると、局所的に大型海藻群落の欠落した部分がパッチ状に点在し、その部分は小さいものでは0.5m²から大規模なものでは20m²の大型海藻に囲まれた空間を形成していた。このような空間においても頻繁に稚魚が観察され、稚魚の分布とガラモ場の海藻群落との関係を検討するうえで重要な要素の一つと考えられた。そこで、このような空間を“空き地”と呼称して、稚魚の分布との関連を調査した。

稚魚が多く出現する9月から10月にかけては、特に集中してシュノーケリングによる観察を行い、出現した稚魚の種類・個体数・行動および稚魚の観察された場所の底質などを記録した。1997年10月において空き地の面積と底質を調査するために、15mmの超広角レンズを装着した水中カメラを用いて藻場内の空き地をランダムに撮影した。撮影した画像は、フィルムスキャナーでコンピューターに取り込み、画像解析ソフトを使って空き地の全面積および底質ごとの面積を算出した。底質が礫で構成される場合には、その礫の面積も計測し、最終的に円と仮定した場合の直径に換算した。写真撮影が困難であったものは現場で直接メジャーを使って計測した。藻場内に占める空き地全体の比率を調べるために、50×4mのトランセクトラインを4箇所設定して調査した。また、海藻群落内部の稚魚の分布状況を調べるために、1997年9月と10月に目合5mm、長さ15m、高さ1mの袋網のついた巻き網を使い、海藻群落を囲い込み、内部の魚類をすべて採集した。

調査結果

調査場所のガラモ場内では、空き地の比率が23%、海藻群落の比率が77%であり、空き地全体の占有面積は非常に小さかった(図13)。70箇所を超える空き地について調査した結果、その大きさは1~2m²のものが大半を占め、5m²を超えるものは少なかった(図14)。海藻群落の着生基盤となっている底質と空

き地の底質とでは相違が認められた(図15)。海藻群落の底質では、岩盤が約40%で礫が約60%を占めていた。これに対して、空き地では80%近くが礫で占められており、海藻群落で高い比率を占めていた岩盤は数%であった。その他に砂地や砂と礫が混ざっている空き地も認められた。また、海藻群落と空き地に共通して認められた礫について、その大きさに相違が認められた(図16)。海藻群落の場合、礫の直径が50cmを超えるものが普通であり、1mに達するものも見られた。一方、空き地では、直径が50cmを超える礫はほとんど認められず、20cm以下の小さな礫が圧倒的に多かった。このことは、小さな礫で構成される空き地では、強い波浪によって礫の衝突や反転が生じやすく、礫上に着生した海藻を押しつぶしたり、剥ぎ取ったりしているものと考えられる。そのため、多年性の大型海藻の群落が形成されずに、空き地となっているものと推察される。したがって、空き地は、単に海藻群落が一時的に消失した場所ではなく、恒常的に維持される一種の微小生息場所であると考えられた。

空き地と海藻群落との関係において稚魚の分布の様相を調査した。シュノーケリング観察の結果によると、大部分の稚魚は、海藻群落の直上の空間と空き地内に出現した。これに対して、海藻群落の内部にはごく少数の特定の種のみ観察された。群落上と空き地における稚魚の分布密度を比較すると、群落上では100m²当たり、23.7尾の密度であり、空き地では112.4尾であった(図17)。このように藻場全体のなかで空き地の占める面積は小さいにもかかわらず、海藻群落上よりもかなり多くの稚魚が分布することが明かとなった。また、魚種別の密度について検討した結果、空き地内には比較的多くの種が観察されるのに対し、群落上には限られた種が

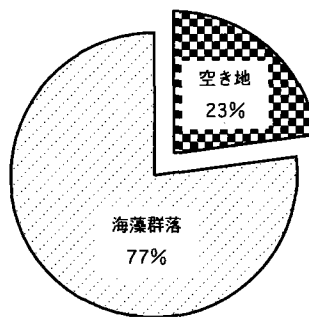


図13 調査場所のガラモ場における海藻群落と空き地の占有面積の比率

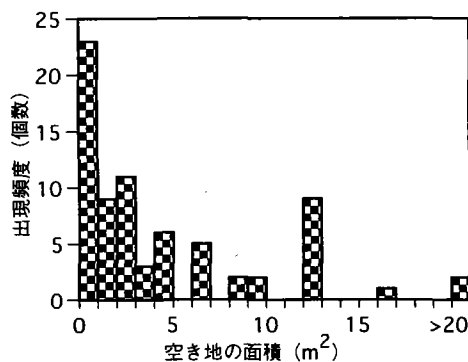


図14 空き地の面積の頻度分布

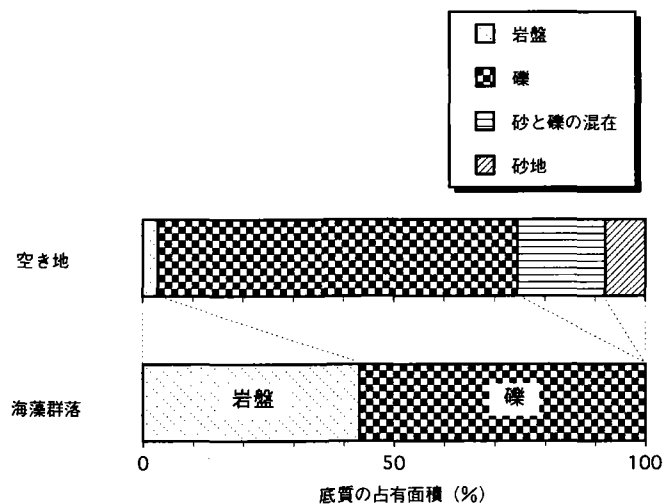


図15 空き地と海藻群落下の底質組成

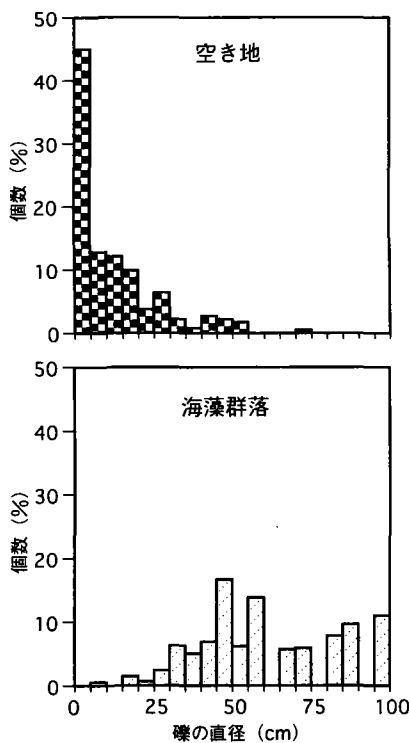


図16 空き地と海藻群落下の礫サイズの比較

出現するに過ぎなかった。次に、海藻群落上と空き地内に出現した稚魚の群れサイズを比較した。一般に海藻群落上に出現する稚魚は、大きな群れを作る傾向があった。さらにテンジクダイ科魚類、スズメダイ科魚類、ホンベラなどのように海藻群落上と空き地内の双方で観察された魚種についても、海藻群落上で観察されたときには、空き地内で観察されたときよりもより大きな群れを形成した。また、潜水観察では稚魚

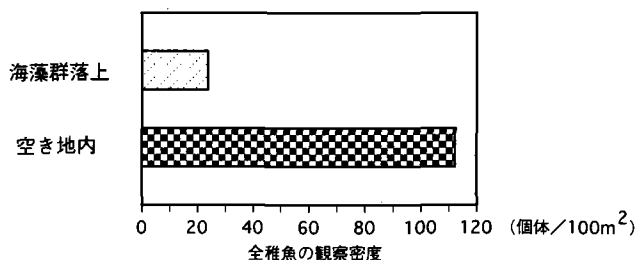


図17 空き地と海藻群落上で観察された全稚魚の密度の比較

の分布が見られない海藻群落を対象に巻き網で海藻群落を囲い、全ての海藻を抜き取り網から魚が逃げないように慎重に群落内の全ての魚を採集した。その結果、稚魚は全く採集されず、シュノーケリング観察の結果をほぼ裏付けるものであった。その一方で、アナハゼ類やカサゴ類などの、待ち伏せ型の捕食者は一定して採集され、海藻群落内は、このような捕食者の隠れ家となっているようであった。

以上のように、藻場に出現する稚魚は、海藻群落の内部を常時隠れ家として利用するものはむしろ少なく、海藻群落が局所的に欠落したパッチ状空間（空き地）を恒常的に利用しており、空き地は、稚魚の微小生息場所として極めて重要な役割を果たしていることが明かとなった。

考 察

魚類幼稚仔の保育場としての藻場の機能を高めるためには、単に濃密かつ広大な大型海藻群落からなる藻場を造成するのみでは十分ではなく、部分的に海藻群落の欠落した空間を造成することがより効果的であることが明かとなった。そのための簡便な方法として、小型の礫を稚魚の生き残りのもっとも高まる形状および範囲にパッチ状に散布するという方法が考えられる。しかし、波浪による小型の礫の分散をいかに防ぐか、あるいは、どのような形状でどの程度の面積に礫を散布することが稚魚の生き残りに有効か、などはさらに詳細かつ定量的な調査を必要とする。また、この“空き地”は魚類以外の無脊椎動物にとっても重要な場所である可能性がある。今後は、自然環境下での現象面の分析をさらに深めるとともに、水産工学的なアプローチを行い、より生産性の高い藻場造成手法の開発へとつなげていくことが望まれる。

総合考察

新たな基盤を投入して藻場を造成する場合に、海藻の生育および着生を促進させるとともに藻食性動物の食害を防止する化学成分の開発は、その初期の海藻群落の形成において重要な役割を演ずると考えられる。しかし、室内実験の成果が、そのまま野外において同様な成果をもたらすとは必ずしも予測できるものではなく、野外においてその効果を発揮させるためにはさらに一工夫する必要があると考えられる。そして、このような化学成分の効果については、より精度の高い野外実験によって繰り返し検証される必要があると考えられる。

一方、現在のところ、藻場造成は群落を形成させるための方法については様々な研究がなされているが、海藻草類の群落形成の技術が確立された後の藻場の造成形態に関する議論はほとんどなされていない。藻場造成を行う場合には、水産上有用動物の餌料環境の整備に始まって、幼稚魚の保育場としての機能、あるいは環境浄化の機能など、目的に応じて藻場のもつ多面的な機能の一部を重視して造成される場合がほとんどである。その場合に、どのような機能を目的とするかにより、その造成形態はおそらく変わってくると予想される。本調査において明らかにしたように、小動物の保護機能を重視する場合には、微視的に

みると海藻草類の形状とその密度が重要であるとともに、巨視的にみるならば、局所的に小規模な空き地状空間をもつ藻場にすることが効果的であると考えられる。今後は、このような視点から藻場の造成形態に関しても基礎的な調査を進める必要がある。

摘 要

1. 海藻の着生および成長を増進させるといわれる鉄分の効果を野外で活性化させるためには、単に鉄分を含む構造物を海中に設置するだけでは十分でないことが判明した。
2. 海藻類と付着動物との間は、着生場所をめぐる競争が起こっているものと考えられ、海藻類のみを選択的に着生させる基盤の開発が必要であると考えられた。
3. 稚魚や小型エビ類の魚食性魚類による被食減耗の経時変化を比較すると、海藻草類の存在が小動物の被食による減耗を低下させていることが明かとなった。これは、海藻草類の存在が小動物の隠れ場としての機能を有していることによると考えられた。
4. 複雑な空間構造を形成する海藻草類群落のほうが被食減耗を低下させることが明かとなった。これは、小動物が海藻草類によって形成される複雑で様々な大きさの空間を選択利用していることによるためであると考えられた。
5. 海藻草類の密度が高すぎると、かえって小動物の生残率は低下したので、それらの生残を最大にする適正密度があることが明かとなった。
6. ガラモ場内には1~2m²程度の小規模な海藻群落の欠落した部分がパッチ状に点在しており、この空間を仮に空き地と呼ぶと、この空き地には多くの稚魚が出現することが明かとなった。
7. 空き地の底質は主に礫で構成され、礫の衝突や反転による物理的作用により、この空間は維持されていると考えられた。
8. 空き地は、稚魚の微小生息場所として機能していると考えられた。
9. 藻場造成に際しては、藻場のもつ様々な機能のどの側面を重視するかにより、藻場の造成形態が異なると考えられ、今後はそのような方向からの調査が必要とされる。

引用文献

- 1) 松永勝彦、1993：森が消えれば海も死ぬ、ブルーバックス977、講談社、東京、190pp
- 2) 中村行延、1993：瓦を利用した増殖礁の可能性、第11回魚礁研究会報告、p.1-6
- 3) 梶原 武、1987：海産付着生物をめぐる諸問題、水産学シリーズ64、海産付着生物と水産増養殖（梶原 武編）、恒星社厚生閣、東京、p9-17
- 4) 菊池泰二、1973：藻場生態系、海洋学講座9、海洋生態学（山本護太郎編）
- 5) 柿元 皓・津村 憲・内田和良、1993：餌動物の生残りに及ぼす人工魚礁の効果、水産工学、30 (1)、p35-40