

学 位 論 文 題 名

大型褐藻アラメおよびカジメの
群落形成に関する実験生態学的研究

学位論文内容の要旨

人間の生活に係わる環境問題が地球規模で検出され、環境科学における重要課題として論議されているなかで、地球と地域の環境の保全、すなわち、地球生態系を保全する方策模索する取り組みが、あらゆる分野で求められている。

海域における環境の中でも、沿岸域の藻場は、大型の海藻群落によって形成され、藻場生態系としての構造と機能を示し、重要な一次生産の場としての環境価値を有するとともに、有用魚介類が多く生息する環境を形成するため、漁場、食糧生産、さらにレジャー等の面からも、経済価値を有する産業資源として極めて重要になっており、その保全ならびに維持が緊急の課題となっている。

しかし、従来、沿岸域での開発行為における埋め立てなどの際に、環境価値が軽視される傾向が強かったことに加えて、大規模な地理的スケールで藻場が消失してしまう「磯焼け現象」が生じるなど、我が国沿岸では、藻場は衰退の一途を辿っている。

本研究では、大型褐藻のアラメおよびカジメの生育を制限する要因の中で、砂の被覆について、その影響と群落の植生構造との関係を、物理的環境条件の観測結果との総合化により定量的に把握し、砂底で、人為的な管理をできるだけ減らして、安定で持続する群落を形成させる技術の開発に資する。

本論文は以下の7章から成る。

第1章は緒論であり、本研究の背景、目的および研究方法の概要について述べている。

第2章では、アラメおよびカジメの地理的分布範囲内でも、砂の被覆は、藻体の生育への直接的な制限を引き起こす一方で、藻食動物の採食圧を低減する方向にも作用するなど、局地的に、群落形成に重大に関与することを確認した。

第3章では、両種の地理的分布範囲内である三浦半島西部において、群落形成に関する光量および藻食動物の採食圧の影響がほとんど無視でき、かつ、砂底から離れているために砂の被覆の

影響も無視できる群落の季節変化および形成過程を把握するとともに、砂底と接する岩礁での群落の調査地点を探索した。その結果、アラメ群落では水深2～4mの、一方、カジメ群落では水深8～11mの砂底と接する岩礁の群落に調査区を設定すれば、砂の被覆についての詳細な調査に適していることが分かった。

第4章では、砂底と接する岩礁での両種の群落についての観察、近接する砂底での砂面変動、および浅海域での漂砂の要因である波浪条件を通年に亘り連続的に観測し、群落の分布および植生構造と砂の作用の関係を定量的に把握することに努めた。その結果から、衰退時期（秋）の個体密度が、砂底から離れた群落の50%以上を保ち、群落が安定して存続すると見做せる岩面の年間平均比高は、アラメでは30cm以上、カジメでは20cm以上が必要であることを明らかにした。なお、アラメ群落の垂直分布の中心域の水深3mでは、主に波浪の影響で、砂の侵食および堆積が繰り返され、砂面から比高が小さいとアラメが生育せず、より砂の被覆の影響に耐えられるホンダワラ類のオオバモクが生育する。また、アラメ群落では、比高が大きいとわずかの砂が被覆するのみであるが、カジメ群落の垂直分布の中心域の水深10mでは、主に流れの影響で、全域に徐々に浮遊砂が堆積することによりカジメの生育が抑えられ、エンドウモクが全域で混生する状態となる機構を明らかにした。

第5章では、群落構造への砂の被覆の影響を最も決定づける、両種の個体に対する砂の被覆の影響について、室内実験により詳細な検討を進めた。その結果から、砂の被覆の影響は、細菌の繁殖に伴う藻体の分解に因ると推察され、種別ではカジメで、実験した水温範囲では高温ほど、表皮が未発達な初期発育段階の藻体ほど、また、藻体の部位では葉部生長点および新根において傷害が大きく現われることを明らかにした。

第6章では、カジメが群落を形成している岩礁に近接する砂底において、耐波浪性を有し、かつ、砂底からの高さが異なる生育基盤（コンクリートブロック）を設置し、形成期のカジメ群落の植生構造に及ぼす砂の被覆の影響を明らかにすることを試みた。その結果、水深10mで、砂層厚30cmの砂底に設置した、高さ75cm以下のブロックに形成されたカジメ群落は、全体として、個体密度が低く、藻体も砂底に接する岩礁と比較して小型であった。その理由は、波動がかなり強いいため、砂面が変動し易かったことと、砂底上におけるブロックの生育基盤としての規模が極めて小さいために、カジメへの砂の被覆の影響が明瞭になるためと推論した。さらに、浮遊砂などによる海水の濁りが大きいことと、水深が深くても砂底での反射光のために明るいこと等の影響も加わり、カジメより浅所で不安定な環境に分布するアラメが、自然の岩礁で垂直分布の下限以下の推進にあるブロック上に入植しやすくなると結論した。以上のように、砂底に人工的に造成

する基盤上では、藻場を構成する大型海藻の群落形成に及ぼす漂砂ならびに浮遊砂の影響が強まるため、基盤と自然環境の作用の規模の差異の考慮が重要になる。これらのことから、砂底に造成する人工的な生育基盤の設計にあたっては、対象とする海藻類からみて、より厳しい環境条件を想定し、砂底と接する岩礁で群落が安定に存続する比高の3倍程度以上を確保することが必要であるなどの、人為的に海藻群落を形成させる技術へまとめた。

第7章では、本研究の成果を踏まえ、大型海藻群落を形成させる技術に関する問題意識が、研究段階から事業段階へ移行しつつある現状において、海浜域の、特に、所々に岩礁域が入り組んで複雑な環境条件となり、多様な生物が生息する「磯浜」の生態系の正確な把握を指向し、地域ならびに地球規模での環境の保全に資する位置づけでの、今後の研究の方向性について、総合的に考察した。

学位論文審査の要旨

主査	教授	吉田忠生
副査	教授	伊藤浩司
副査	教授	馬渡駿介
副査	助教授	増田道夫

沿岸浅海域の海底には安定した基盤があれば大型褐藻の群落（藻場）が形成される。しかし人為的な干渉によりその形成が妨げられたり影響を受けることが多い。沿岸域での開発行為の際に、海中の生態系の環境価値が軽視されることも多く、植物生産と動物との平衡を乱して「磯焼け現象」が生じて藻場が減少しているので、その対策が必要となっている。

申請者は藻場を構成する大型褐藻のうち、本州太平洋に生育するアラメ・カジメを対象とし、その生育を制限する要因について把握し、砂地海底に安定で持続しうる群落を、人為的な管理を最小限にして、形成させる技術開発の基礎となる研究を行なった。

論文は7章からなり、第1章では結論としてこの研究の背景、目的と研究方法の概略を述べ、第2、3章ではアラメ・カジメの生育に影響する要因のうち、光の量と質、藻食動物の量、海底の砂による藻体の被覆の影響のそれぞれが単独で群落の形成や構造に著しく作用している場所を調査して、とくにこれまで不明であった砂の影響を明らかにした。さらに神奈川県三浦半島西岸

の広い範囲でアラメ・カジメ群落の状況を調査して、そのなかで砂の影響を調べるのに好適な場所を選定した。

第4章において、アラメ群落（水深3m）、カジメ群落（水深10m）内に設置した調査区で、波の強さと砂面の変動を長期にわたり連続観測し、同時に群落の変化を追跡して、砂の影響のない場所との比較をおこなって、砂による被覆によってアラメ、カジメの密度が減少し、より耐性のあるホンダワラ類がそれに置き替わることを示した。

この結果に基づき、砂の被覆の影響を室内実験によって検討し、高温ほど傷害が大きく、また、藻体の生長部分や新生された付着器が傷害を受けやすいこと、アラメよりもカジメのほうが影響を受けやすいことを証明した（第5章）。傷害は砂の表面に生育する細菌類によるものと結論された。

第6章では、砂質の海底に設置した人工基盤に新しく形成される群落の成立過程を調べることで、形成期の植生構造に及ぼす砂の影響を明らかにした。耐波浪性があり、高さの異なる人工基盤（コンクリートブロック）を天然群落に近い水深10mの砂底に置いて3年間にわたり調査した結果、天然群落に較べてカジメの個体密度が低く、藻体も小型であり、アラメが混生していた。これは波が強く砂面の変動が大きく、砂底からの反射光のために明るいことなどによるものと考察された。これらの結論は、砂質海底に人為的な海藻群落を形成させる際に考慮されるべき基盤の設計と適地選定に指針を与えるものである。

第7章においては、これまでに得られた結果から、総合考察を行い、海藻群落を大規模に造成する際にこの研究で開発されたような実験生態学的なアプローチの重要性を強調している。

以上の研究成果は、海洋の生態系を構成する生物群集の理解、とくに複雑な環境条件が入り組んだ海浜域の生物群集の生態学的な研究に寄与するとともに、そのような場所に人工的な生育基盤を設置して人為的な海藻群落を造成するプロジェクトを企画するための基本的な知見を与えるものとして、大きな貢献をするものである。

最終試験、試問（学力、外国語）の結果も満足すべきものであり、審査員一同は申請者が博士（環境科学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。