

氏名	井上 公人
授与学位	博士(工学)
学位授与年月日	平成14年3月25日
学位授与の根拠法規	学位規則第4条第1項
研究科, 専攻の名称	東北大学大学院工学研究科(博士課程) 土木工学専攻
学位論文題目	海岸構造物周辺の底生生物群集に及ぼす物理環境の影響に関する研究
指導教官	東北大学教授 田中 仁
論文審査委員	主査 東北大学教授 田中 仁 東北大学教授 西村 修 東北大学教授 今村 文彦

## 論文内容要旨

海は人間にとって陸域からの汚物を浄化し、海の幸を生み出し、すばらしい景観を構成するなど、人間は有史以前からこの恩恵を与えてくれる内湾あるいは河口域と密接な関係を保ちながら生活を営んできた。また、近年の内湾・河口等の沿岸域は、村から町へと都市化や工業の発展が進み、工業の中心地としてまた輸送機関の中継地としても繁栄を遂げ、さらに、人間の憩いの場としても利用されるようになってきている。このように内湾・河口などの沿岸域は多目的に利用され、その社会的重要性に関する認識がますます深まってきている。一方で、最近はその人口の密集化や工業の発展に伴い、さまざまな物質が内湾・河口の沿岸域に流入することによる陸域から海域への流入負荷が増大し、自然の調和が崩れ、内湾・河口などの沿岸域における水質や底質の汚染が急速に進行している。また、これらの汚染物質は生物の増殖を阻害し、生物の生活環境を悪化することによって、沿岸域に生息する生物の生態系に大きな変化をもたらしている。さらに、内湾等で実施される浚渫、埋め立てなどの工事はさらなる汚濁要因となっており、沿岸海域に生息する生物の生息環境の悪化をより進行させ、生息する生物の生息場所さえも奪っている状況にある。

このように、内湾・沿岸域は利用性に富みかつ生産性が高く、その価値は非常に高い場所であるが、現在の様々な要因によりその貴重な空間が消失している。

このような中、1992年にはブラジルのリオデジャネイロで「環境と開発に関する国際会議 (UNCED)」が開催され、「持続可能な開発」という考えの下、開発途上国の環境と開発の問題について解決を目指すことなどが議論された。また、会議で採択された持続可能な開発に関する原則として、「環境と開発に関するリオ宣言」がまとめられ、我々人類が今後も生存できるような発展を模索する必要があることを示している。

では、持続可能な開発を行っていくために、我々は何を実施していく必要があるのか。これまで我々が実施してきた開発行為は大気汚染や水質汚濁、悪臭などを発生させ、また、生息する生物の生息環境

を悪化させ生物の生息場所を奪い、生態系をも変化させてきた。特に、生態系の変化については、我々人類が生態系の一員として日々の生活を営んでいることから、万が一にでもこの生態系が破壊した場合、人類の生存さえも難しくなってしまうことから、今後、生態系を保全しながら開発を実施していくことは人類にとって重要な課題の一つである。また、これは沿岸海域についても例外ではなく、内湾・沿岸域で実施する開発行為についても、生息する生物あるいは生態系と共生しながら実施していく必要がある。しかし、生態系は極めて微妙なバランスの下に成立していることから、まず、生態系などの自然のメカニズムを十分に理解することが必要不可欠であり、沿岸域を対象に考えた場合、沿岸域の生態系を保全するためには、開発行為に伴う環境要因（水底質、潮流、流速、波高など）の変化に対する生物の変化について出来る限り明確にし、その結果を開発の事業に取り入れて、保全・修復・創造等の対策を行っていく必要がある。

このような背景のもとに、本研究では沿岸域に設置される海岸構造物に着目して、海岸構造物の設置とそれに伴う沿岸海洋生物の関係について検討を行い、特に、海岸構造物の設置に伴って大きく変化すると考えられる、構造物周辺の流れと底生生物の関係について定量的な解明を試みた。

本論文は7章で構成されており、第1章「総論」では本研究の背景、目的およびその意義について述べ、第2章「沿岸域に生息する底生生物に関する既往の研究」で、沿岸域に生息する底生生物相について独立栄養生物と従属栄養生物に分け、その生態的特徴、生息環境要因との関係、海岸構造物周辺の物理環境と生物相の関係について得られている知見を整理し、本研究の課題抽出を行った。

次に、第3章「高田海岸における人工リーフ設置に伴う付着植物相への影響」では、種々の海岸構造物のうち人工リーフに着目し、岩手県陸前高田市の高田松原海岸地先に設置されている人工リーフを対象に、堤体上に生息する一次生産者としての付着植物の遷移と群集形成および、堤体周辺の物理環境と付着植物群集の関係について検討し、第4章「高田海岸における人工リーフ設置に伴う付着動物相への影響」で、人工リーフ上に出現する生物相のうち付着動物相について出現状況、付着植物との関係、堤体周辺の物理環境と付着動物との関係について検討し、堤体周辺の流速と堤体上に生息する付着生物との関係について検討を行った。

第5章「菖蒲田海岸、青森海岸における人工リーフの付着生物相の特性」では、青森県青森海岸今津工区および宮城県菖蒲田海岸に設置されている人工リーフにおいて現地調査を実施し、物理環境と付着生物の関係について検討し、高田海岸の結果も含め流速と付着生物相の関係について比較検討を行い、第6章「人工リーフ設置に伴う付着生物相の予測手法の検討」で、高田海岸、青森海岸、菖蒲田海岸で

実施した解析結果をもとに、人工リーフ設置に伴う付着生物相の予測手法について検討した。

最後に、第7章「総括および展望」では、調査、解析により得られた知見を総括して示した上で、本研究の課題を明らかにするとともに、今後の展望について述べた。

次に、本研究の中で人工リーフに生息する底生生物相と物理要因との関係について検討するため、以下に示す手法を用いて実施した。まず、人工リーフに生息する底生生物相の把握については、これまで各地で実施されている調査手法を参考に潜水観察手法を採用し、方形枠を用いた底生生物の定量的な把握を試みた。

次に、人工リーフ周辺の物理要因として流速との関係を検討するため、数値計算モデルを用いた流況の再現計算を実施した。計算はエネルギー平衡方程式を用いた波浪場の数値計算を実施した後、基礎式が平均流に関する連続式と外力としてラディエーションストレス項を加えた運動量の保存式からなる数値モデルを用いて流況の再現計算を実施した。また、計算条件には現地調査実施前1年間に来襲した最大の波浪条件を用いて計算を行った。

さらに、これら現地調査結果および人工リーフ周辺の流況再現計算結果をもとに、付着生物相と流速との関係について検討し、物理要因の変化に対する底生生物の変化について定量的な把握を試みた。

今回、本検討を東北沿岸の青森県青森海岸、岩手県高田海岸、宮城県菖蒲田海岸の3海岸で実施し、その変化を解明することにより、海岸構造物施工後の生態系への影響について検討した結果、以下に示す研究成果が得られた。

- ① 人工リーフに生息する付着植物は、構造物設置後、最初、小型の1年生海藻が多く繁茂し、その後、1年生小型海藻、多年生小型海藻、多年生大型海藻へと遷移することが確認された。また、施工後4年程度経過すると人工リーフ上の種多様度の変化が小さくなり、海藻の種類数、被度の変化が安定する傾向がみられた。
- ② 人工リーフ周辺の平均流速と付着植物の種類数、総被度、種多様度の関係を検討した結果、平均流速0～20cm/s付近では同程度の値を示していたが、その後、平均流速の増加に伴って減少する傾向がみられた。よって、種類数が多く多様性の高い海岸構造物を設置しようとする場合、構造物周辺の流速を遅くする必要が考えられた。
- ③ 人工リーフ上に生息する付着植物は平均流速25cm/sを境に、25cm/s以下では多年生海藻が、25cm/s以上では1年生海藻が主な群集構成種となり、人工リーフ上の平均流速が25cm/s以上となるような場合には付着生物相が1年生海藻を含む未成熟な生態系となることがわかった。

- ④ 人工リーフ上に形成している付着生物群集のうち、主要な海藻群集としてツノマタ属、サビ亜科、フダラク、アラメ、アカモクの5群集が出現し、平均流速範囲が10-25cm/sの流速範囲では多年生海藻、25cm/s以上では1年生海藻が多く出現する結果が得られた。また、平均流速0-10cm/sの遅い流速範囲では平均流速10cm/s以上の範囲に生息している付着植物の優占種に強く影響される傾向がみられた。
- ⑤ 高田海岸では流速と付着動物に一定の関係がみられ、流速の増加に伴って付着動物の種類数、個体数などが減少する傾向がみられたが、他の2海岸ではこのような関係はみられなかった。また、流速以外の要因として付着動物の餌である付着植物の被度と付着動物の個体数に相関関係がみられ、付着植物のような必ずしも流速のみで付着動物の分布を予測できるものとはなっておらず、生物の種間関係などの流速以外の要因も含め、付着動物相の分布等について検討していく必要が考えられた。

このように現地調査および解析から得られた本論文の成果により、海岸域に構造物を設置した場合における付着生物の評価が可能となり、特に、付着植物相について、海岸構造物設置前に海岸構造物を設置した場合の構造物周辺の流速を検討することで、種多様性が保たれる海岸構造物の構築が可能となるものと思われる。

今後、海岸等に構造物を設置するなどの海岸事業を実施する場合、住民参加型になっていくものと考えられ、より海岸の環境にやさしい構造物の設置が住民等から望まれるものと思われる。本論文で示した海岸構造物の海岸生態系に及ぼす影響の評価に流速を用いたことは、海岸構造物に生息する付着生物相を評価する上で簡便であると言える。特に、人工リーフの構造を設定する上で、人工リーフの天端高などの構造を検討する際、種が多様となる構造とするか、あるいはアラメなどの水産有用種を多く繁茂させる構造にするかなどの検討に有用であり、地元住民のニーズやその場の生態系にあった構造の海岸構造物の設置が可能となるものと考えられる。

# 論文審査結果の要旨

内湾・沿岸域の生態系は極めて微妙なバランスの下に成立しており、各種開発行為に当たっては、生息する生物あるいは生態系と共生しながら実施していく必要がある。そのためには、開発行為に伴う環境要因の変化に対する生物の変化について明確にし、その結果を開発の事業に取り入れて、保全・修復・創造等の対策を行っていく必要がある。このような背景のもとに、本論文では海岸域に設置される海岸構造物に着目して、海岸構造物の設置とそれに伴う沿岸海洋生物の関係について定量的な検討を行っている。

第1章では本研究の背景、目的およびその意義について述べ、第2章では沿岸域の底生生物相について生態的特徴、生息環境要因との関係、海岸構造物周辺の物理環境と生物相の関係について得られている知見を整理している。

第3章では、種々の海岸構造物のうち人工リーフに着目し、岩手県陸前高田市の高田松原海岸地先に設置されている人工リーフを対象に、堤体上に生息する付着植物の遷移と群集形成および、堤体周辺の物理環境と付着植物群集の関係について検討している。その結果、人工リーフに生息する付着植物は、構造物設置後、最初、小型の1年生海藻が多く繁茂し、その後、1年生小型海藻、多年生小型海藻、多年生大型海藻へと遷移することが確認され、施工後4年程度経過すると人工リーフ上の種多様度の変化が小さくなり、海藻の種類数、被度の変化が安定する傾向が見られた。これは興味深い成果である。また、人工リーフ周辺の平均流速と付着植物の種類数、総被度、種多様度の関係を検討した結果、平均流速0~20cm/s付近では同程度の値を示していたが、その後、平均流速の増加に伴って減少する傾向が見られた。よって、種類数が多く多様性の高い海岸構造物を設置しようとする場合、構造物周辺の流速を遅くする必要が考えられた。これはきわめて重要な知見である。

第4章では、人工リーフ上に出現する付着動物相について出現状況、付着植物との関係、堤体周辺の物理環境と付着動物との関係について検討を行っている。その結果、高田海岸では流速と付着動物に一定の関係が見られ、流速の増加に伴って付着動物の種類数、個体数などが減少する傾向が見られた。これは興味深い成果である。

第5章では、青森県青森海岸今津工区および宮城県菖蒲田海岸に設置されている人工リーフを対象に物理環境と付着生物の関係について検討している。その結果、前者では高田海岸と同程度の流速値を有し、多年生海藻が多く見られるという共通性が認められたのに対し、後者では流速がより高く、これにより成熟した植物相にまで変化できない状況にあると推測された。これは重要な成果である。

第6章では、高田海岸、青森海岸、菖蒲田海岸で実施した解析結果をもとに、人工リーフ設置に伴う付着生物相の予測手法について検討している。

第7章では、調査、解析により得られた知見を総括して示した上で、本研究の課題を明らかにしている。

以上要するに、海岸構造物設置前に構造物周辺の流速を評価することにより、付着植物相種多様性が保たれる理想的な海岸構造物の検討が可能となることを示しており、海岸工学・沿岸生態工学分野の発展に寄与するところが少なくない。

よって、本論文は博士(工学)の学位論文として合格と認める。