

II-85

防波堤周辺の底生生物分布特性について

- 瀬棚港を対象として -

北海道開発局開発土木研究所 正員 佐々木紀映

正員 明田定満

正員 谷野賢二

1. まえがき

水産協調あるいは自然との共生を目指した漁港・港湾の整備を行おうとする場合、防波堤等の構造物が形成する環境が水産生物にとり好適環境となるか否かが重要な鍵となる。構造物と生物の関わり方は種々考えられるが¹⁾、構造物を疑似岩礁としてとらえた場合、構造物の設置により新たに形成される生態系が、周辺海域の天然岩礁域の生態系と同等同質であることが整備上の1つの目標となる。しかしながら、防波堤等の構造物が有する生物生息場としての機能、すなわち「疑似岩礁機能」については、そのような観点からの調査事例が皆無なため未解明な点が多い。そこで、水産土木研究室では昭和62年度から、瀬棚港、松前港において、防波堤周辺および天然岩礁域に生息する岩礁性生物の分布特性に関する調査を行ってきた^{2) 3)}。本論では、平成4、5年度に瀬棚港で実施した調査結果に基づき、岩礁性生物の分布特性及びその群集構造について多変量解析を用いて検討したので、その概要について報告する。

2. 調査および解析方法

瀬棚港における調査地点を図-1に示す。平成4年度は番号1～21の21地点、平成5年度は平成4年度調査地点に番号22～27の6地点を加えた27地点とした。各地点とも水深別に5層（一部地点では3～4層）の測点を設け、1m²（場所によっては0.25m²）方形枠内の生物採取ならびに写真撮影を行った。採取された動植物は種の査定を行うとともに、動物に関しては個体数、植物では被度（種ごとの基質占有率）を測定した。

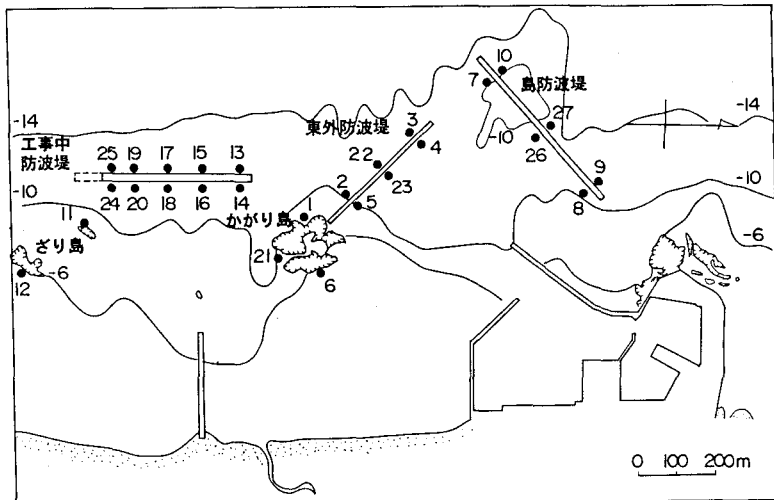


図-1 調査地点（瀬棚港）

Characteristics on Distribution of Aquatic Organisms around Breakwaters

by Tosiaki SASAKI, Sadamitsu AKEDA and Kenji YANO

本調査での結果を基に多変量解析の「重み付き主成分分析（対応分析）」を用いて生物群集の分類を行った。調査年度による群集型の変化を把握するために、平成4年度、5年度の2年間のデータを統合して解析を行った。また、平成4年度調査では動物83種、植物は26種、平成5年度調査では動物115種、植物63種の多種多様な動植物が採取されたため、計算時間の軽減を図るために、使用データの範囲について検討した。編組比率（全個体数、全被度に占めるそれぞれの種の個体数、被度）を0.05、0.1、0.5%以上のデータを用いて群集構造を比較検討した結果、編組比率0.05%及び0.1%以上では、群集型やその分布に殆ど差がみられなかったが、編組比率0.5%以上では、編組比率0.05%及び0.1%以上と比較して、群集型やその分布が大きく異なっていたため、群集構造の解析には編組比率0.1%以上のデータを用いた。また、既報告^{1) 2)}では植物に関する数量データとして湿重量を使用して解析を行っているが、湿重量を用いた解析では群集型やその分布は、大型の出現海藻に支配されやすいことに加え、定量的な採取が困難な無節サンゴモがデータに含まれていない。そこで、今年度の解析には前述の欠点を補うために、植物に関する数量データにはより現実的な分布を表している被度を使用した。

3. 群集構造と分布の特性

(1) 等比級数則による種数と個体数の関係

天然岩礁及び防波堤の各区域における生物群集の構成種の個体数と順位の関係を図-2に示す。群集を構成する種を個体数の多い順に配列すると、その個体数が概ね等比級数をなす関係は、元村の等比級数則⁴⁾と呼ばれ、生物群集が構造的規則性を示す最も簡単な事例である。水深の浅い地点の動物群集は、特定種の個体数が極めて多く「単純な」群集であるが、水深が深くなるに従い、構成種の個体数に差がみられなくなり、動物群集は「複雑な」群集に移行することが示されている。水深の浅い地点における群集構造は、天然岩礁か人工構造物か、人工構造物であれば施工年度には余り影響を受けておらず、波打ち際の厳しい物理環境に適応した固着性の強い生物が卓越して生息する場であると考えられる。一方、水深の深い地点では、付着基質としての古さ(施工年度)に応じて、種類数、個体数が変化する傾向がみられるが、消波工の有無など地形的な違いもあることから基質の古さ以外の環境因子による影響が窺われる。

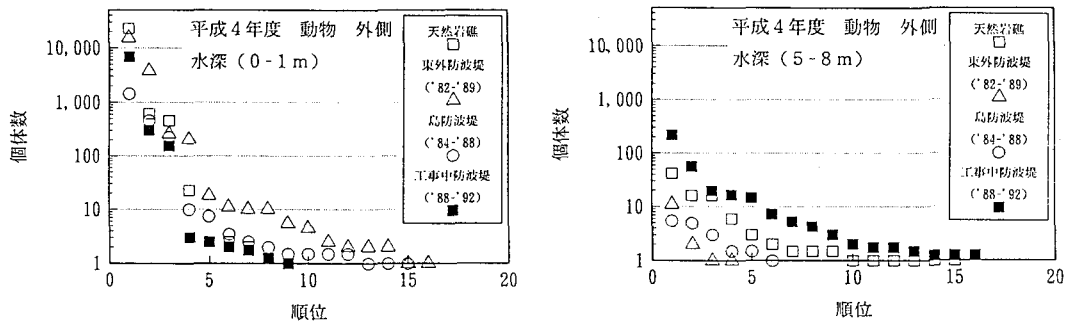


図-2 種数と個体数の関係（等比級数則）

(2) 群集構造の特性

動物は4群集型（A～D）、植物は5群集型（A～E）に分類できた。それぞれの群集型についての優先種、編組比率、主要種、種類数を表-1、2に示す。分類された各群集型の地点別、枠別の分布を図-3、4に示す。それぞれの群集型の特性、分布傾向は以下のように要約される。

<動物>

A型：イワフジツボが編組比率50%以上を占め、ムラサキイガイ、チシマフジツボを多く含む群集である。

個体数が特定種に偏る傾向がやや強い。各区域の外側上中層、特に工事中防波堤上層に多く分布している。

B型：A型に類似しているが、ムラサキイガイの比率がやや高く、またチシマフジツボ、ゴカイ類の比率がやや高い群集である。主な分布域は工事中防波堤の中下層である。

C型：ムラサキイガイが優先種であり他にゴカイ類、コウダカチャイロタマキビを多く含む。他の群集型と比較して種組成は乏しく特定種への偏りが少ないといえる。分布域は非常に狭く特徴はつかめない。

D型：A、B型の特性に類似しており種組成は豊富だが、イワフジツボの編組比率が約75%と高く、特定種へ個体数が集中している。各区域の上層から下層までと分布域は非常に広い。

表-1 分類された群集型の構造特性（動物）

群集型	優先種	編組比率	主要種	種類数
A型	イワフジツボ	53.11	ムラサキイガイ, チシマフジツボ	27
B型	イワフジツボ	52.05	ムラサキイガイ, チシマフジツボ	28
C型	ムラサキイガイ	35.62	ゴカイ類, コウダカチャイロタマキビ	14
D型	イワフジツボ	75.68	ムラサキイガイ, ムラサキインコ	28
分布なし	—	—	—	—

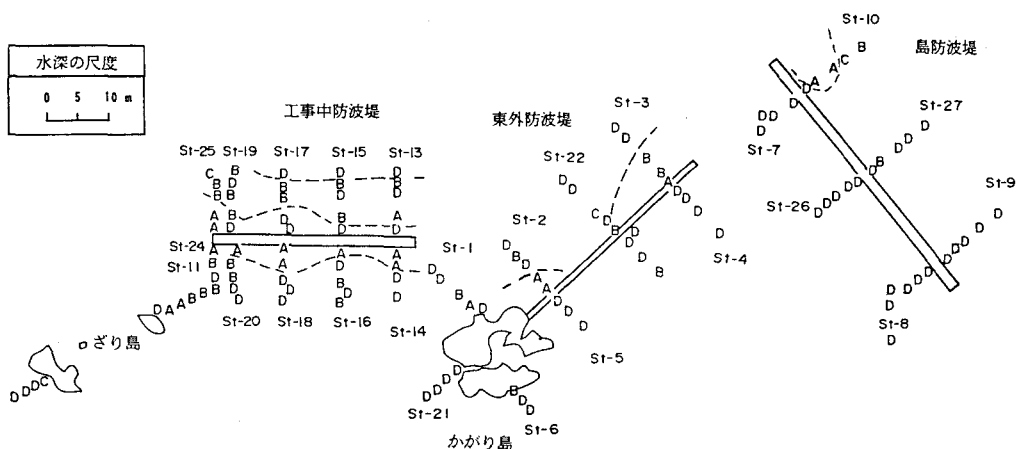


図-3 各群集型の枠別の分布（平成5年度の調査結果 動物）

<植物>

A型：無節サングモ、ホソメコンブで編組比率70%以上を占める。種組成は豊富であり特定種への集中分布が比較的少ない群集。天然岩礁の上層、島防波堤および東外防波堤の外側上中層、工事中防波堤では上層から下層まで分布している。

B型：無節サングモが編組比率80%以上を占め、特定種に分布が集中している。天然岩礁中下層、東外防波堤および島防波堤の外側下層、工事中防波堤では中下層などに分布している。

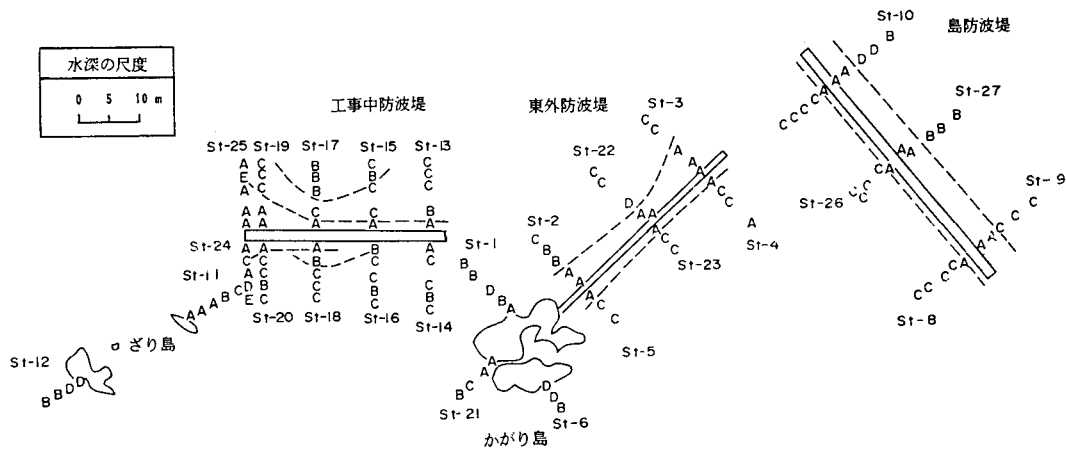
C型：無節サングモのみで構成されており群集として扱うには難しい。分布域は島防波堤、東外防波堤の内側上層から下層、工事中防波堤の中下層である。

D型：無節サングモの編組比率が高く、スガモが加わった群集で種組成は比較的豊富である。天然岩礁に比較的分布しているが他区域では点在している程度である。

E 型：マコンブが優先しこれに無節サンゴモが加わるが、ワカメ等の褐藻類が多く含まれるのが特徴であり種組成に乏しい。マコンブが含まれるのはこの群集型だけである。

表－2 分類された群集型の構造特性（植物）

群集型	優先種	編組比率	主要種	種類数
A 型	無節サンゴモ	43.88	ホソメコンブ、有節サンゴモ	19
B 型	無節サンゴモ	80.64	有節サンゴモ、イソムラサキ	16
C 型	無節サンゴモ	100.00	－	1
D 型	無節サンゴモ	48.80	スガモ、有節サンゴモ	18
E 型	マコンブ	66.67	無節サンゴモ、ワカメ	8
分布なし	－	－	－	－



図－4 各群集型の粹別の分布（平成5年度の調査結果 植物）

動物では固着性の種が優先種、主要種となり植物では無節サンゴモが優先種である。動物、植物ともに、水深別あるいは防波堤の外側・内側を選択して分布する傾向が強く、施工年度の新しい工事中防波堤では他区域に比較して各群集型が混在した複雑な分布を示している。防波堤等の人工構造物が新たに施工された場合、設置当初、生物が基質表面を競合し合い、生息しようとするためにこのような傾向になると考えられる。

図－5 に天然岩礁、施工年度のやや古い東外防波堤および島防波堤、施工年度が新しい工事中防波堤の4区域における各群集型の含まれる構成比率を示す。各区域に含まれる群集型の割合をみると、動物は平成4年と5年では、C 型の出現と天然岩礁域、東外防波堤での B 型の増加等、若干の変化があったが、特に平成4年と5年とも天然岩礁域、東外防波堤、島防波堤が類似した分布を示したのに加え、設置年度の新しい工事中防波堤では他区域との差と年度による変化が大きく、平成5年では4年に比較し分布の傾向が天然岩礁および他の防波堤に類似する傾向がみられた。植物の分布を平成4年と5年を比較すると、天然岩礁域では A、D 型の減少と、B、C 型の増加がみられたが全般に差は少なく、東外防波堤や島防波堤では B 型の減少と C 型の増加が目立っていた。工事中防波堤では、A 型の減少と C 型の増加がみられ、特に A 型、C 型の占める割合が島防波堤と類似してきたことが注目された。また、マコンブが優先種の E 型は工事中防波堤の内でも新しい平成4年度工事地点に限り出現した。

平成4年、5年の短期間では明確な判定は困難であるが、上述の傾向から人工構造物上に生息する生物群集がより天然岩礁の群集型に近づく過程を示しているものとしてとらえることができる。

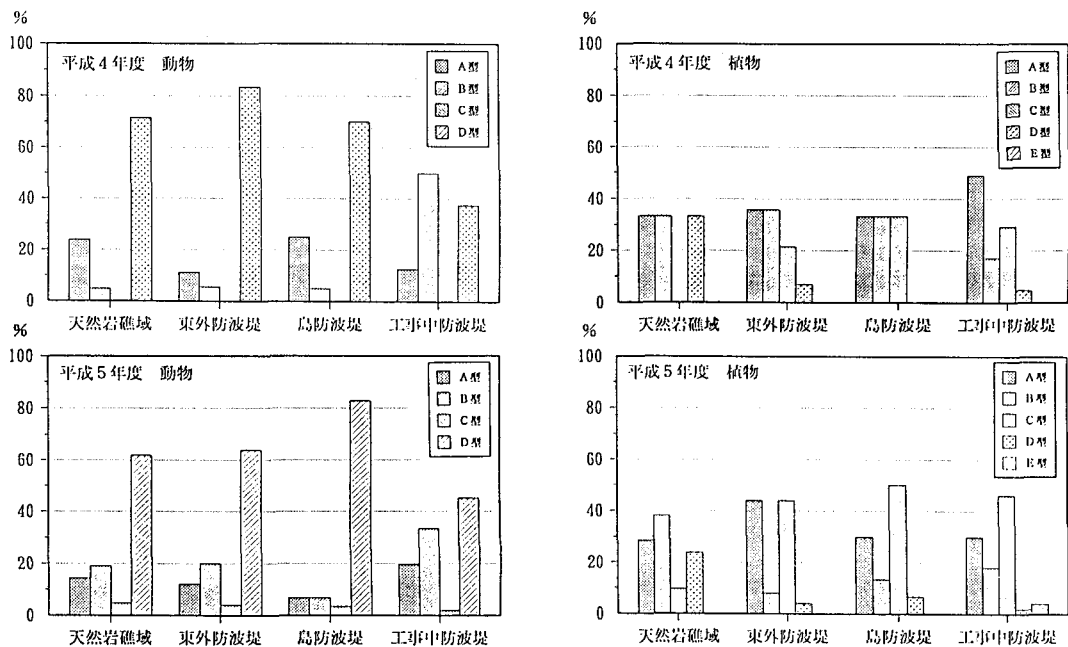


図-5 各区域に含まれる群集型の構成比率

(3) 多様度指数による比較

比較尺度として、Margalefの種繁栄度（豊富度）、Shannonの多様度、Pielouの均等度等の多様度指数⁴⁾を用い、天然岩礁及び防波堤の各区域の群集構造について、防波堤の「内側」「外側」に分けて比較を行った。ここで、豊富度は「種組成の豊富さ」を示すものであり、多様度は「種組成の豊富さ」と「それぞれの種個体数」の両方を含んだ包括的な指数である。均等度は「それぞれの種個体数の種間での均等性」すなわち個体数の特定種への偏りの程度を示すものである。

天然岩礁及び防波堤の各区域の豊富度、多様度、均等度を図-6に示す。防波堤の外側では、動物は多様度、均等度とも基質が古くなるに従い、天然岩礁に近づく傾向がみられたが、防波堤の内側では、基質の新旧に関係なく天然岩礁と同程度であり、内側では基質の新旧以外の環境因子が群集構造を支配していることが推測される。多様度指数を用いた比較評価の限りでは、防波堤等の人工構造物でも施工後概ね10年以上経過すると天然岩礁と同程度の機能を有することが推測される。

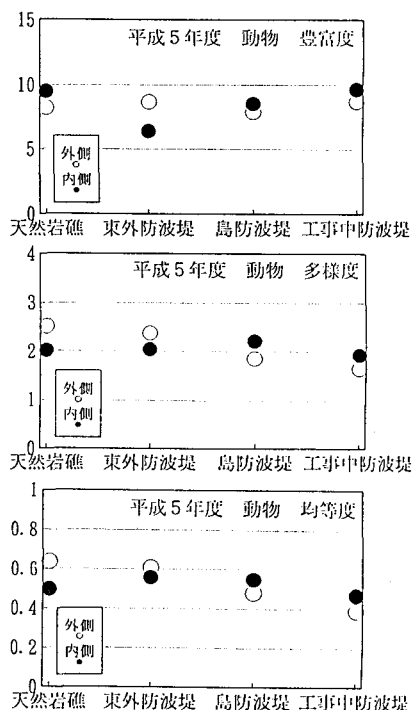


図-6 各区域における豊富度、多様度、均等度

4. あとがき

防波堤等の港湾構造物および天然岩礁に生息する生物種の特性に関して、「群集型」による分布特性について、瀬棚港を事例として検討し、以下に示すような結果が得られた。

- ①生物群集の分類を行う際の手法として「重み付き主成分分析（対応分析）」が利用できる。
- ②等比級数則を適用すると水深の浅い地点では「単純な」群集であるが、水深が深くなるにともない「複雑な」群集に移行する。
- ③多様性指数の観点からは、防波堤等の人工構造物でも施工後概ね10年以上経過すると天然岩礁と同程度の機能を有することが推測された。

生物種と波・水深・基質ならびに植物に関しては日照等の環境因子との相関関係については現在検討中であり機会をみて別途報告する予定である。今回の報告では解析に使用するデータの範囲について若干検討したが、解析の際に生じる計算時間等の負担軽減を図るためにも今後の課題となろう。

本論の最後に当り、解析結果の一部は平成4年度開発土木研究所依頼研修員の株式会社西村組山田俊郎氏の研修成果であることを記して、深く謝意を表します。

参考文献

- 1) 谷野賢二：港湾構造物からみた水産協調－水産生物と構造物の関わり－、（社）寒地港湾技術研究センター、第6回技術講習会テキスト、pp. 31～43、1993.
- 2) 谷野賢二・明田定満・佐藤 仁・大森康弘・富士 昭：防波堤の疑似岩礁効果について、海岸工学論文集、第40巻、pp. 1151～1155、1993.
- 3) 武内智行・宮本義憲・増田 亨：防波堤周辺の水産生物生息分布状況調査－瀬棚港を例として－、海岸工学論文集 第37巻、pp. 828～832、1990.
- 4) たとえば、木元新作：動物群集研究法Ⅰ－多様性と種類組成－、生態学研究法講座14、共立出版社、1976.