

人工磯における付着動物の垂直分布 に関する現地調査

FIELD OBSERVATIONS ON VERTICAL DISTRIBUTION
OF MARINE ORGANISMS IN MAN-MADE ROCKY COAST

端谷研治¹・柴橋朋希²・谷口正典²・吉安勇介²

井上雅夫³・島田広昭⁴

Kenji HASHITANI, Tomoki SHIBAHASHI, Masanori TANIGUCHI, Yusuke YOSHIYASU
Masao INOUE and Hiroaki SHIMADA

¹正会員 工修 日本建設コンサルタント(株) (〒105-0004 東京都港区新橋 6-17-19)

²学生員 関西大学大学院 工学研究科 (〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35)

³正会員 工博 関西大学教授 工学部土木工学科 (〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35)

⁴正会員 工博 関西大学講師 工学部土木工学科 (〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35)

The purpose of this study is to establish the construction technique of man-made rocky coast with various marine organisms. From this viewpoint, the field observations on vertical distribution of marine organisms were carried out in three man-made rocky coasts at Osaka Bay and Tohban coast.

As a result, the vertical distribution of marine organisms varies with the rate of seawater flow due to wave and current. And, between critical inhabiting height of marine organism and the rate of seawater flow, there is the linear relation approximately. It is suitable for the beach play in the place which faced the open sea side in the man-made rocky coast.

Key Words: Man-made rocky coast, marine organisms, diversity index, prosperity index

1. 緒 言

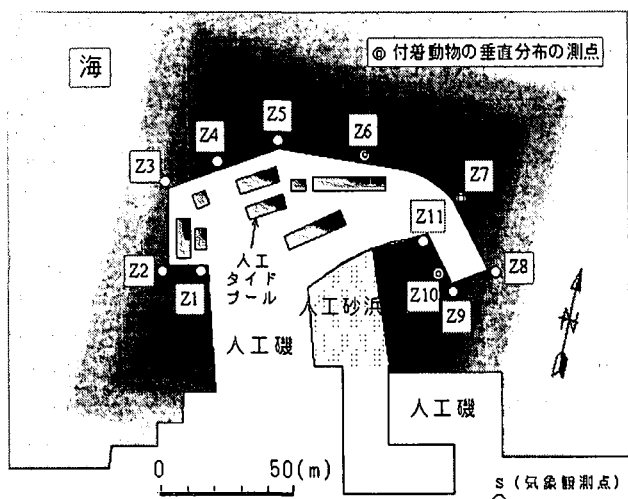
近年、我が国においては、海岸環境整備事業などによって人工磯が造成されるようになってきた。しかし、その施工例は人工の砂浜に比べると非常に少なく、その造成技術に関しての指針も、いまだ確立されていないのが現状であろう。

著者らは、これまで大阪湾沿岸や東播海岸にある人工磯の付着動物に関する現地調査を行い、その平面形状や造成素材に関しては、ある程度の知見を得ることができた^{1) 2)}。

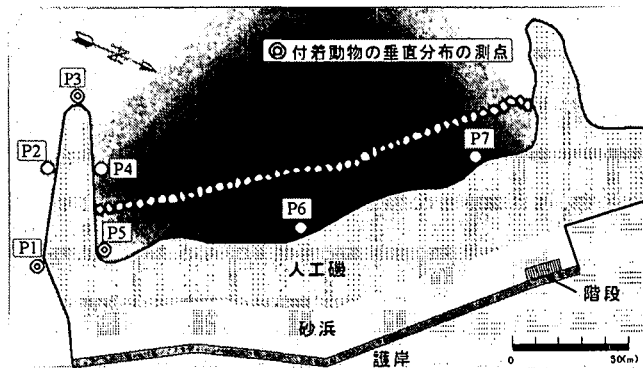
この論文では、人工磯における付着動物の垂直分布を調査し、これによって、付着動物の多様性や繁栄性を向上させるためには、人工磯の高さなどを含めた断面形状をどのようにすれば効果的であるかを明らかにしようとした。

2. 調査方法

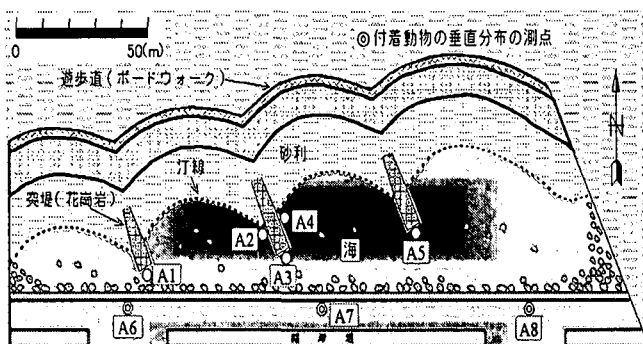
人工磯における付着動物の垂直分布を明らかにするため、大阪湾沿岸や東播海岸にある3カ所の人工磯において現地調査を行った。図-1(a), (b)および(c)には、調査対象地とした淡輪・箱作、魚住および大蔵海岸の人工磯に設置した測点の位置を示した。まず、それぞれの人工磯に高さの等しい測点を設け、それらのなかの3測点(淡輪・箱作海岸の人工磯では測点 Z6, Z7 および Z10, 魚住海岸のものは P1, P3 および P5, 大蔵海岸のものは測点 A6~A8)において、辺長が50 cmの方形枠を人工磯のり面に沿って置き、その枠内での付着動物の種数および個体数を目視により調査した。しかし、こうした調査では、海面からの高さに加え、磯表面の凹凸などの影響も大きいため、淡輪・箱作海岸の人工磯において、表面に一樣な粗度をつけた25×50 cmのコンクリートブロッ



(a) 淡輪・箱作海岸



(b) 魚住海岸



(c) 大蔵海岸

図-1 人工礁の地形と測点の位置

ク供試体をのり面に沿って 8 個設置し、そこでの付着動物の種数および個体数を測定することによって、高さの違いのみによる付着動物の垂直分布を検討した。また、この供試体のものとそれに接した人工礁のものとを比較することによって、岩石間の空隙などが付着動物の多様性や繁栄性に及ぼす影響を明らかにした。

さらに、それぞれの人工礁における全測点の最も高い位置に生息している付着動物種とその高さを測定し、そこを付着動物の生息限界高さとして定義した。また、淡輪・箱作の人工礁では、付着動物の個体数が最も多いところの高さも測定し、それを生息繁栄高さとして定義した。

なお、これらの調査は、淡輪・箱作海岸では、1997 年 8 月から 2000 年 12 月までの間に 12 回、魚住海岸では 1998 年 9 月から 1998 年 12 月までの間に 3 回、大蔵海岸では 1999 年 8 月から 1999 年 12 月までの間に 3 回、それぞれ実施した。また、いずれの調査日においても、気象（天候、気温、湿度、風向、風速）、水質（水温、塩分濃度、pH、DO、COD）の測定とともに、石膏ボール法³⁾によって波当たりの測定も行った。

3. 調査結果および考察

(1) 人工礁における付着動物の生物指標の垂直分布

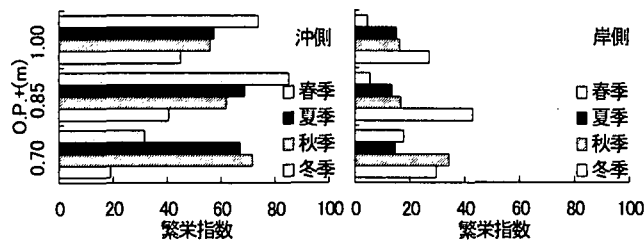
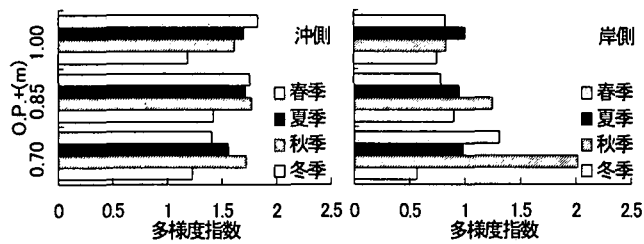
図-2(a), (b)では、淡輪・箱作および魚住海岸における測点を突堤の沖側と岸側、図-2(c)では大蔵海岸における測点を離岸堤開口部と背後部にそれぞれ分類し、そこでの付着動物に関する生物指標^{4), 5)}と海面からの高さとの関係を季節ごとに示した。

図-2(a)に示した淡輪・箱作海岸のものをみると、多様性指数については、全般的に、突堤の岸側よりも、沖側での値が大きい。また、季節的にみると、多様性指数は、沖側では海面からの高さに関係なく、冬季に極小値を示し、岸側でも、ほぼ同様の傾向がみられる。さらに、突堤の沖側では $O.P.+0.85m$ での多様性指数が年間を通じて大きく、その岸側では、海面からの高さが低いところほど多様性指数は大きい。繁栄指数については、多様性指数と同様に、全般的に岸側よりも沖側での値が大きい。また、沖側では、高さに関係なく冬季に極小値を示すのに対し、岸側では、冬季にその値が大きくなる傾向がみられる。

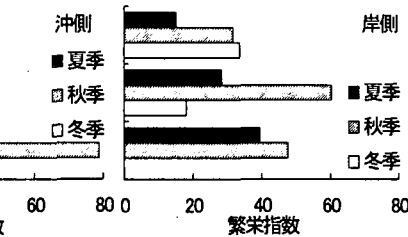
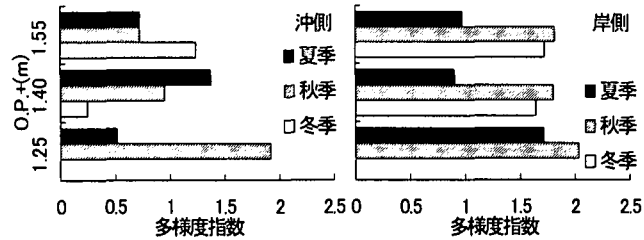
図-2(b)に示した魚住海岸のものをみると、多様性指数は、ほとんどの季節で突堤の岸側で大きく、沖側では小さい。また、岸側での夏季や秋季の値は、海面からの高さが低いところほど、若干ではあるが、大きくなる傾向がみられる。しかし、沖側ではそのような傾向は必ずしもみられない。繁栄指数は、多様性指数と同様に、全般的に岸側での値が大きい。季節的にみると、岸側では海面からの高さに関係なく、秋季にその値が大きくなるのに対し、沖側では、 $O.P.+1.25m$ のところでしか、そのような傾向はみられない。

図-2(c)に示した大蔵海岸では、離岸堤開口部よりも、その背後部での多様性指数が全般的に大きい。また、離岸堤の開口部と背後部のいずれについても、海面からの高さが低いところほど、多様性指数は大きい。繁栄指数は、波当たりの弱い離岸堤背後部よりも、その開口部で大きい。また、その背後部では、夏季のものに限定されるが、海面からの高さが低いところほど、繁栄指数は大きい。

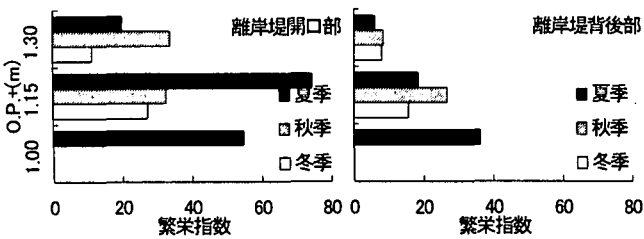
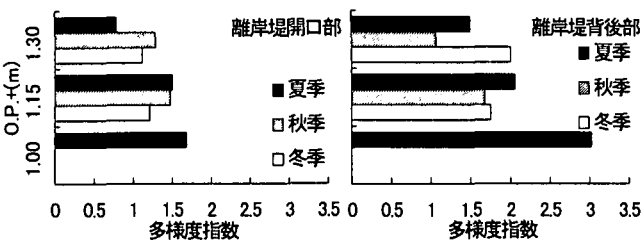
このように人工礁における付着動物の垂直分布を検討したが、磯ごとで測点の高さが異なるため、これらを直



(a) 淡輪・箱作海岸



(b) 魚住海岸



(c) 大蔵海岸

図-2 人工磯における生物指標の垂直分布

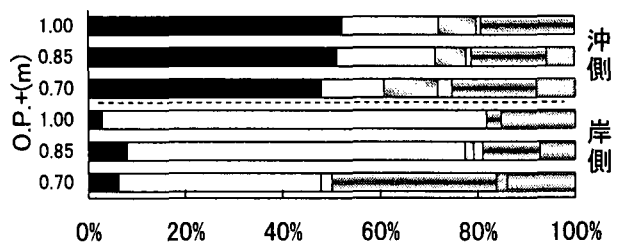
接比較することは困難であった。しかし、淡輪・箱作、魚住海岸における突堤の岸側や大蔵海岸における離岸堤背後部のように波当たりの弱いところでは、海面からの高さが低いところほど、付着動物の多様性は高くなるこ

となど、いずれの人工磯においても共通の傾向が示された。これは、波当たりの弱いところでは、海面からの高さの低いところでしか、湿潤状態が保たれにくいためである。

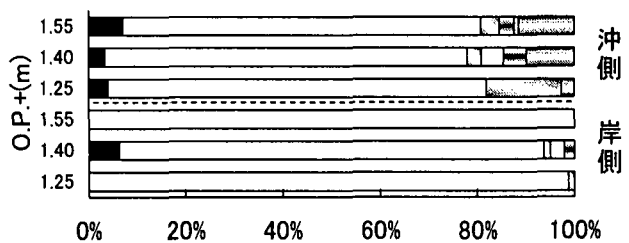
(2) 高さごとの付着動物の生息割合

図-3(a), (b)および(c)には、前述した垂直分布における付着動物の生息割合を示した。なお、分類に関する詳細は表-1 に示すとおりである。

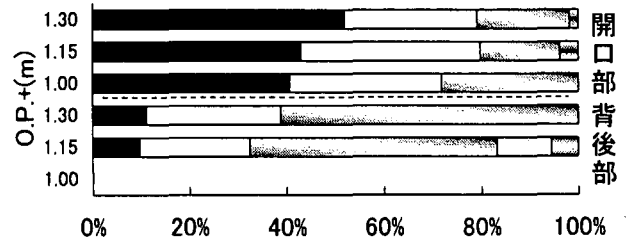
まず、図-3(a)に示した淡輪・箱作海岸のものをみると、突堤の沖側では、海面からの高さに関係なく、ツタノハガイ科に属するヨメガガサガイやマツバガイなどの生息割合が高い。一方、岸側では、ニシキウズガイ科に属す



(a) 淡輪・箱作海岸



(b) 魚住海岸



(c) 大蔵海岸

図-3 高さごとに示した付着動物の生息割合

表-1 付着動物の主な分類

■ ツタノハガイ科	ヨメガガサガイ マツバガイ
□ ニシキウズガイ科	インダタミガイ コシダカガンガラ
▨ アクキガイ科	イボニシ
▨ ヒザラガイ科	ヒザラガイ
▨ ユキノガサガイ科	アオガイ ウノアシ コガモガイ
▨ コウダカカラマツガイ科	カラマツガイ
■ タマキビガイ科	タマキビガイ

るコシダカガンガラやイシダミガイなどの生息割合が高く、それは海面からの高さが高いところほど顕著である。逆に海面からの高さの低いところでは、大きさが比較的小さな笠貝の一種でユキノカサガイ科に属するアオガイ類の生息割合が高い。

図-3(b)に示した魚住海岸では、そこに設置した測点の高さが高いため、突堤の沖側と岸側のいずれについても、海面からの高さに関係なく、ニシキウズガイ科に属するものの生息割合が高い。

図-3(c)に示した大蔵海岸では、離岸堤開口部において、ツタノハガイ科に属するものの生息割合が、若干ではあるが高い。また、離岸堤背後部では、海面からの高さが高いところほど、巻貝の一種でニシキウズガイ科やアケガイ科に属するものの生息割合が高い。

以上のように、淡輪・箱作や大蔵海岸の人工磯で波当たりの強いところでは、いずれの高さにおいても、ツタノハガイ科に属するものの生息割合が高い。一方、波当たりの弱いところでは、海面からの高さが高いところほど、ニシキウズガイ科に属するものの生息割合が高くなる。一般にツタノハガイ科に属するマツバガイなどは笠貝の一種であり、波当たりに対し、強い耐性をもっている。そのため、海面からある程度の高さのところまで波当たりのある突堤の沖側では、これらの種が多く生息するものと思われる。しかし、突堤の岸側のように波当たりの弱い場所では、波当たりに対して耐性の弱い巻貝の一種でニシキウズガイ科に属するものが多い。また、その生息場所は湿潤状態が保たれやすい海面付近に限定される。

(3) 供試体における付着動物の垂直分布

図-4 には、供試体における付着動物の多様度指数および繁栄指数の垂直分布を示した。

まず、多様度指数と海面からの高さとの間に明瞭な関係はみられないが、いずれの季節においても、O.P.+0.75m 付近での値が最も大きい。また、O.P.+0.50m や O.P.+1.05m 付近のものは、ほとんどの季節において、その値が小さい。繁栄指数は、季節的にばらつきがみられるが、海面からの高さが高いところほど、その値は大きい。特に、O.P.+0.50m 付近では、季節的な変動も小さい。

以上のように、供試体における付着動物の繁栄指数は、海面からの高さが高いところほど大きくなるが、多様度指数は O.P.+0.75m 付近で最大値を示すことが明らかになった。また、海面からの高さが高いところほど繁栄指数は大きいのにに対し、多様度指数は小さいことから、干潮汀線付近では、優占種が発生しやすいものと考えられる。

(4) 人工磯と供試体における付着動物の垂直分布の比較

図-5 には、淡輪・箱作海岸の測点 Z6 とその付近に設置

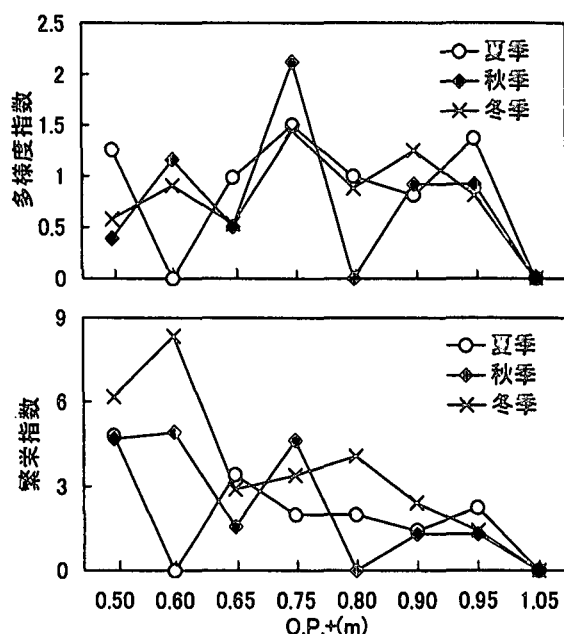


図-4 供試体における生物指標の垂直分布

した供試体における付着動物の多様度指数と繁栄指数の垂直分布を示した。

多様度指数は、測点 Z6 では O.P.+0.75m 付近が最も大きく、供試体のものも、ほぼ同様の傾向がみられるが多様度指数は小さい。写真-1 には、O.P.+0.75m 付近の人工磯の測点 Z6 と供試体の表面形状を示した。これからわかるように、測点 Z6 には空隙が存在し、これが多様性を高めているものと思われる。

繁栄指数についてみると、海面からの高さに関係なく、測点 Z6 のものが供試体のものよりも大きい。このことから空隙が付着動物の生息に適した環境を創出していることが確認できる。

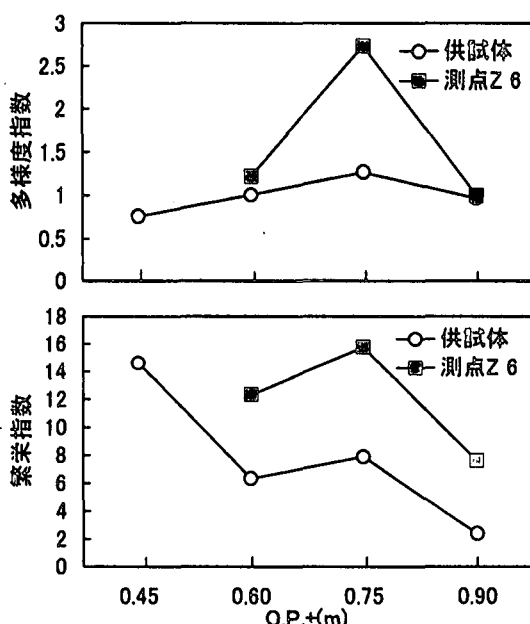
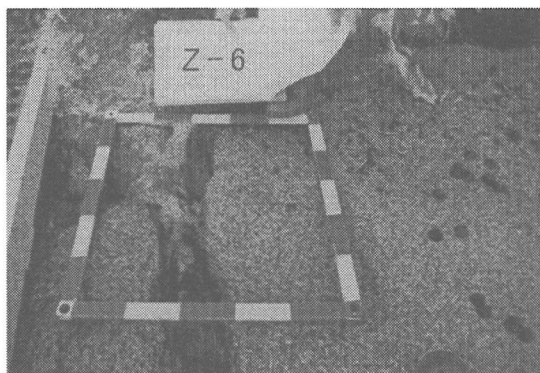
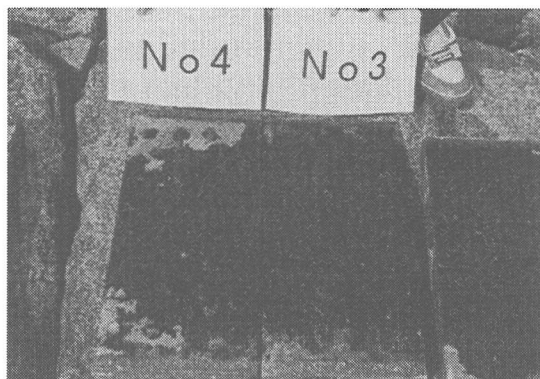


図-5 人工磯と供試体における生物指標の垂直分布



測点 Z 6



供試体

写真-1 測点 Z 6 と供試体の表面状況

(5) 人工磯における付着動物の生息限界高さ

図-6(a), (b)および(c)には, それぞれ淡輪・箱作, 魚住および大蔵海岸における付着動物の生息限界高さを示した。

図-6(a)に示した淡輪・箱作海岸のものでは, いずれの季節においても, Z3~Z8 のような沖側に面した測点での生息限界高さは, Z1, Z2, Z9~Z11 のような岸側に面した測点のものに比べて高い。また, 季節的には, いずれの測点においても, 夏季での値が最も低い。特に測点 Z5 や Z6 では, 秋季や冬季にその値が高い。

図-6(b)に示した魚住海岸のものでは, いずれの季節においても, P2~P4 のような沖側の測点における生息限界高さが高く, P1, P5~P7 のような岸側の測点では低い。また, 季節的にみると, 生息限界高さは, ほとんどの測点において冬季のものが高いが, 沖側では秋季に, 岸側では夏季に低くなる。

図-6(c)に示した大蔵海岸では, 他の人工磯と同様に, 沖側の測点 A6 や A8 での生息限界高さが高く, 岸側の測点 A1~A5 では低い。また, 季節的には, ほとんどの測点において, 夏季の生息限界高さが最も低い。

以上のように, 付着動物の生息限界高さは, いずれの人工磯においても, 沖側で高く, 岸側で低くなることが明らかになった。また, その値は, 夏季に比べて秋季や冬季のものが高い。これらのことから, 付着動物の生息限界高さには, そこでの波当たりの強弱が影響を及ぼし

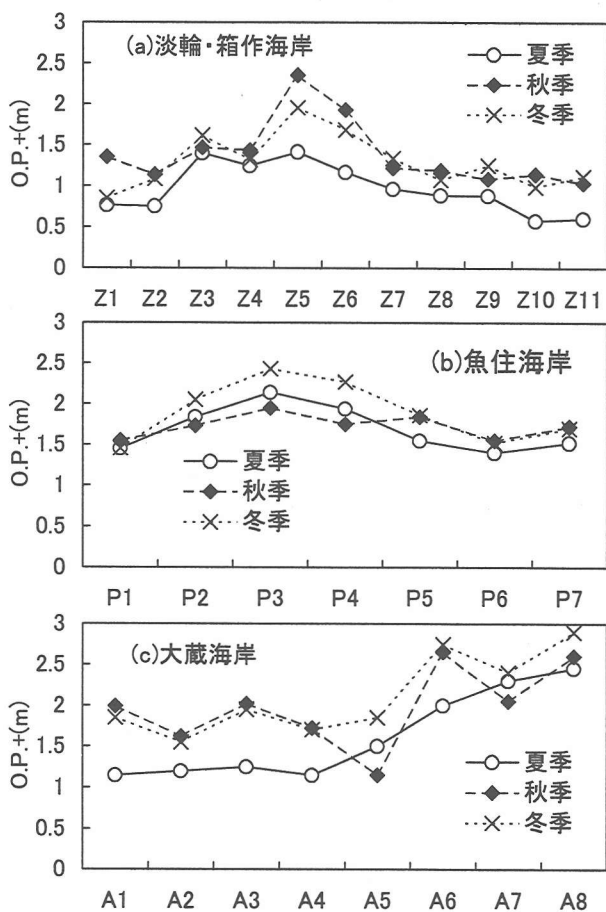


図-6 人工磯における付着動物の生息限界高さ

ているものと考えられる。

そこで図-7 には, それぞれの人工磯における海水流動値と生息限界高さとの関係を示した。

これによると, いずれの人工磯においても, 多少のばらつきはみられるが, 海水流動値が大きくなるほど, 生息限界高さが高くなる傾向がみられる。すなわち, 海水流動値の大きいところでは, 波の打ち上げや飛沫によって, 海面からの高さが高いところまで湿潤状態が保たれ, そのような場所でも付着動物が生息可能な環境が創出されているためである。

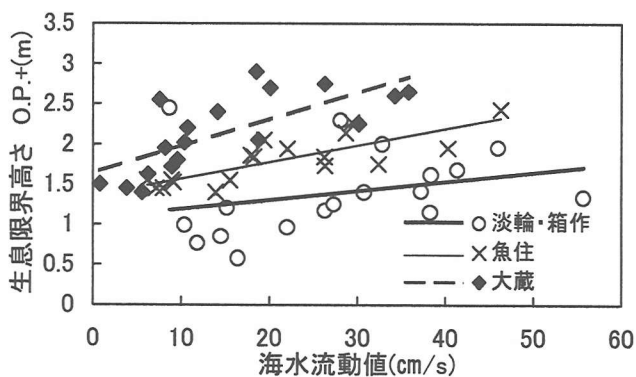


図-7 各人工磯における海水流動値と生息限界高さ

(6) 磯遊び幅とその平面分布

人工磯の利用者が磯観察を行える範囲を量的に表現するために、付着動物の個体数が最も多いところの高さを生息繁栄高さとし、それと生息限界高さとの間の領域を図-8に示すように“磯遊び幅”と定義した。

図-9には、淡輪・箱作海岸の各測点における磯遊び幅と生息繁栄高さでの多様度指数を示した。

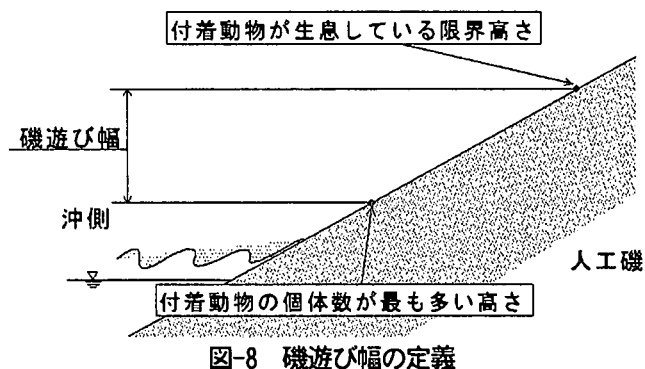


図-8 磯遊び幅の定義

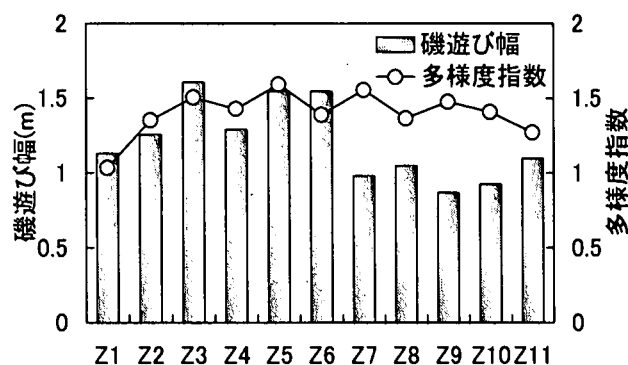


図-9 淡輪・箱作海岸の各測点における磯遊び幅と多様度指数

これによると、磯遊び幅は、沖側に面した測点Z3～Z6で広く、岸側に面した測点Z1, Z2およびZ9～Z11では狭い。また、生息繁栄高さでの多様度指数に関しても、岸側よりも沖側に面した測点のものが若干大きい。実際、沖側での生息繁栄高さのところには、ヨメガサガイ、マツバガイ、アオガイなどの笠貝に加え、イシダミガイやイボニシなどの巻貝、さらにはフジツボ類やヒザラガイなど、多様な付着動物が生息している。一方、岸側では、イシダミガイやコシダカガンガラなどの巻貝の優占傾向が顕著であった。すなわち、人工磯の沖側は、磯遊び幅が広いだけでなく、多様な付着動物が生息しており、磯観察の場として適しているものと考えられる。

4. 結 語

以上、人工磯における付着動物の垂直分布を調査してきたが、それらの結果をまとめると、次のようになる。

(1)人工磯における突堤の岸側や離岸堤背後部のように波当たりの弱いところでは、海面からの高さが低いほど付着動物の多様性は高くなる。しかし、波当たりの強いところでは、そのような傾向はみられない。これは、波当たりの強いところでは、海面からの高さが高くても湿润状態が保たれるためである。

(2)淡輪・箱作および大蔵海岸の人工磯における波当たりの強いところでは、いずれの高さにおいても、ヨメガサガイのようなツツノハガイ科、アオガイのようなユキノカサガイ科に属する笠貝の生息割合が高い。これに対し、波当たりの弱いところでは、海面からの高さが高くなるほど、イシダミガイやコシダカガンガラのようなニシキウズガイ科に属する巻貝の生息割合が高くなる。

(3)人工磯とコンクリートの供試体では、いずれもO.P.+0.75m付近で多様度指数や繁栄指数などの生物指標の値は大きい。また、岩石間の空隙などの存在によって、人工磯における付着動物の多様性や繁栄性は、コンクリートの供試体のものよりも高い。

(4)海水流動値が大きいところでは、海面からの高さが高いところまで湿润状態が保たれるため、付着動物の生息限界高さは高くなる。

(5)生息限界高さと付着動物の個体数が最も多いところの高さとの差を磯遊び幅と定義した。突堤の沖側では磯遊び幅が岸側に比べて広いだけでなく、そこでは多数の付着動物種が確認されるため、子供たちの磯観察の場に適している。

謝辞：最後に、本研究を行うにあたり、多くのご協力をいただいた関係官庁の各位、ならびに調査や資料整理に熱心に協力してくれた関西大学海岸工学研究室の学生諸君に謝意を表す。なお、この研究には、関西大学学術フロンティア・センターの研究費を使用した。ここに明記して謝意を表す。

参考文献

- 1)井上雅夫・島田広昭・桜井秀忠・柄谷友香：生物との共生をめざした人工磯の造成素材に関する現地調査，海岸工学論文集，Vol.45(2)，pp.1116～1120，1998.
- 2)端谷研治・井上雅夫・島田広昭・柴橋朋希：人工磯における付着動物の生息分布に関する現地調査，海洋開発論文集，Vol.16，pp.321～326，2000.
- 3)鍋島靖信・喜田和四郎：石膏ボールによる海水流動値の測定法，水産増殖，Vol.38-2，pp.127～133，1990.
- 4)木元新作：動物群集研究法Ⅰ－多様性と種類組成－，pp.54～64，共立出版，1976.
- 5)木元新作・武田博清：群集生態学入門，pp.123～129，共立出版，1989.