

大阪湾沿岸および東播海岸における人工磯の付着動物相 に関する現地調査

井上雅夫*・島田広昭**・桜井秀忠***・端谷研治****

1. 緒 言

21 世紀社会における海岸空間の保全と創造の目標として、自然と共生する海岸が掲げられている (海岸長期ビジョン研究会, 1995). その具体的な施策の一つに人工海浜がある. このなかでも人工磯は, 人工の砂浜に比較すると, 多様な生物が生息しているため, 環境教育の場としての活用が大いに期待されている (井上ら, 1996). 特に, 大都市近郊のものは, 学校教育の一環としても利用が可能である. このようなことから, 人工磯の計画や建設が各地で活発に進められるようになってきたが, 大阪湾沿岸や東播海岸における海岸整備事業の実施にあたって, これまでの人工の砂浜に加えて, いくつかの人工磯が造成され, それらの一部のものは利用がすでに開始されている (重野ら, 1999).

この研究の目的は, 大阪湾沿岸や東播海岸にある人工磯の付着動物相を調査し, その地域特性を水質, 地形および造成素材との関係において明らかにすることである. さらに, 調査対象とした人工磯のうちでも, 付着動物種数が多い二つの人工磯については, 特に, 付着動物相と波や流れの強弱の程度を表す海水流動値との関係も検討することによって, 生物との共生を目指した人工磯の造成技術の向上に寄与しようとするものである.

2. 調査内容

本研究では, 二つの現地調査を行った. 一つは, 図-1 に示した東播海岸の魚住, 大蔵および舞子, 大阪湾の湾奥部にある尼崎, 舞洲, 泉南海岸の淡輪・箱作の 6 箇所の人工磯と長松海岸の天然磯における付着動物の確認種調査であり, これは, すべての磯について, 1998 年 9 月 18 日, 11 月 18 日, 1999 年 1 月 30 日の干潮時に同時に実施した. いま一つは, 付着動物種数が多い淡輪・箱作と魚住の人工磯での詳細な付着動物相に関する調査である. すなわち, これらの二つの人工磯に, 前者では 11 測点, 後者では 7 測点をそれぞれ設け, そこでの付着動物



図-1 大阪湾沿岸および東播海岸における人工磯

の種と個体数, 石膏球法による海水流動値 (鍋島ら, 1990) を測定した. この調査でも, 調査日の違いによる影響を避けるため, 二つの人工磯の調査日はできるだけ近づけ, 淡輪・箱作では 1998 年 9 月 9 日, 10 月 6 日, 12 月 2 日, 魚住では 1998 年 9 月 4 日, 10 月 5 日, 12 月 3 日にそれぞれ実施した. なお, すべての調査において, 気象 (天候, 気温, 湿度, 風向, 風速) 観測, 水質 (水温, DO, pH, 塩分濃度, COD) 調査, 地形測量, 造成素材の物性測定を行った.

3. 調査結果とその考察

3.1 大阪湾沿岸および東播海岸における人工磯の付着動物相

図-2 には, それぞれの磯で確認された付着動物の種数を調査日ごとに示した. これによると, いずれの季節においても, 天然磯での種数が最も多く, 湾奥部の舞洲が最も少い. また, 大阪湾の湾奥から離れたところにある人工磯ほど種数は多くなる. さらに, 表-1 には, それぞれの磯で確認された付着動物を調査日ごとに示した. これを全般的にみると, 天然磯と淡輪・箱作の人工磯における付着動物相は良く似た傾向を示しており, 多足類

* 正会員 工博 関西大学教授 工学部土木工学科
** 正会員 関西大学助手 工学部土木工学科
*** 正会員 工修 八千代エンジニアリング㈱
**** 学生員 関西大学大学院工学研究科

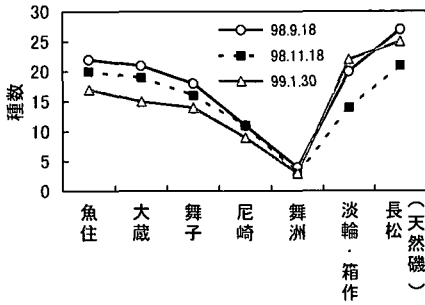


図-2 大阪湾沿岸および東播海岸の人工磯における付着動物種数

表-1 各磯で確認された付着動物

分類	生物名	(○が確認されたもの)																			
		魚住	大蔵	舞子	尼崎	舞洲	淡輪	長松(天然磯)													
海綿類	ダイダイイソカイメン							○	○	○	○										
	クロイソカイメン							○	○	○	○										
	イソギンチャク類							○	○	○	○										
多足類	ヒザラガイ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○										
	ベッコウカサガイ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○										
	マツバガイ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○										
	ヨメガガサガイ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○										
	コガモガイ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○										
	アオガイ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○										
	アマオブネガイ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○										
	カラマツガイ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○										
	イシダタミガイ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○										
	コシダカガンガラ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○										
	クボガイ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○										
	タカラガイ							○	○	○	○										
	ウノアシ							○	○	○	○										
	エビスガイ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○										
	タマキビガイ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○										
レイシガイ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○											
イボニシ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○											
アメフラシ							○	○	○	○											
新腹足類	ムギガイ										○										
	エガイ										○										
	ムラサキイガイ										○										
蔓脚類	マガキ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○										
	イワフジツボ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○										
	アカフジツボ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○										
	クロフジツボ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○										
	タテジマフジツボ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○										
多毛類	カメノテ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○										
	ヤッコカンザシ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○										
等脚類	フナムシ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○										
	イソガニ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○										
	ボンヤドカリ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○										
	パフンウニ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○										
ヒトデ類	イトマキヒトデ	○									○										
確認種数		22	20	17	21	19	15	18	16	14	11	11	9	4	3	20	14	22	27	21	25

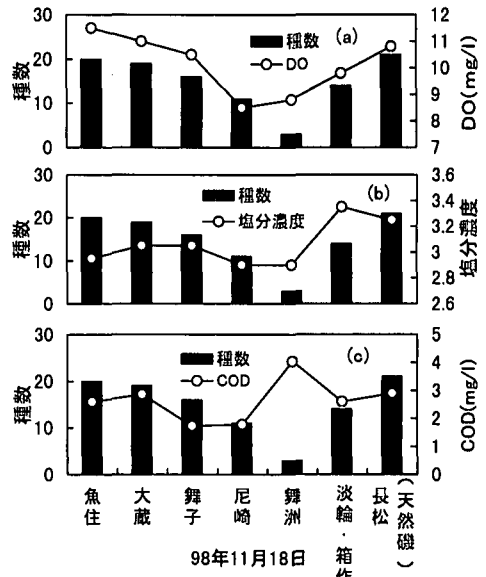


図-3 各磯における付着動物種数と水質との関係

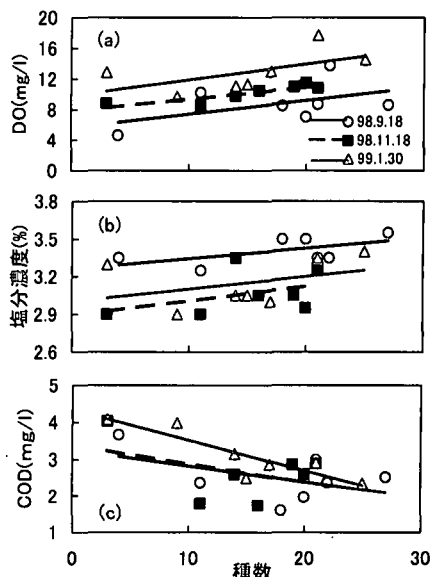


図-4 水質と付着動物種数との関係

に属するものが多く確認されている。舞洲では、マガキ、イワフジツボ、イソガニおよびヤッコカンザシしか確認されず、いずれの調査日においても極めて貧弱な付着動物相を呈している。尼崎では、いずれの調査日の付着動物相にもそれほどの差はみられない。また、この磯の特徴は、タマキビガイの優占傾向が顕著であるとともに、浮遊懸濁物をろ過して餌としている代表的な二枚貝のマ

ガキやムラサキイガイが多く生息していることである。また、東播海岸の舞子、大蔵および魚住の人工磯の付着動物相は類似の傾向を示しており、多足類に属するものが多く確認されている。しかし、泉南海岸と東播海岸のものとは、その傾向は若干異なる。すなわち、泉南海岸では、海綿類とイソギンチャク類がいずれの調査日でも確認されたが、東播海岸ではほとんど確認されていない。逆に、蔓脚類や新腹足類は、東播海岸に多く、泉南海岸では少ない。このように、大阪湾沿岸および東播海

岸の人工磯における付着動物相の特徴は、それぞれの磯によって異なっている。この理由として、そこでの水質や地形特性の違いが考えられる。

そこで図-3(a), (b) および (c) には、1998年11月18日における各磯の付着動物種数と DO, 塩分濃度および COD との関係を示した。これらによると、DO の値が大きい天然磯、淡輪・箱作、舞子、大蔵および魚住での種数は多く、その値が小さい舞洲と尼崎のものは少ない。さらに、塩分濃度についても、その値の大きい磯で種数は多くなるようである。これに対し、COD は逆の傾向がみられ、その値の大きい舞洲では種数が少ない。さらに、図-4(a), (b) および (c) には、すべての調査日における各磯の DO, 塩分濃度および COD と付着動物種数との関係を示した。これらからも、水質は付着動物相に影響を及ぼしていることが明らかであり、DO と塩分濃度は、それらの値が大きいほど、また、COD の値は小さいほど付着動物種数は多いことがわかる。

図-5(a), (b) および (c) には、付着動物種数と海浜勾配、曲線率 (汀線の曲線部分の長さとの比) および造成素材の光の反射率との関係を示した。これらによると、海浜勾配は緩いほど付着動物種数は多くなる。これは、勾配が緩いと、磯の広い範囲で湿潤状態が保たれ、付着動物にとって生息しやすい環境を有した領域の面積が広がるためである。また、曲線率については、その値が大きいほど種数は多くなる。すなわち、曲線部は、直線部に比べて、波当たりの強さが異なる場所が多く、多様な環境が創り出されているためと考えられる。さらに、光の反射率については、その値が小さい造成素材ほど付着動物種数は多くなる。これらのことから、人

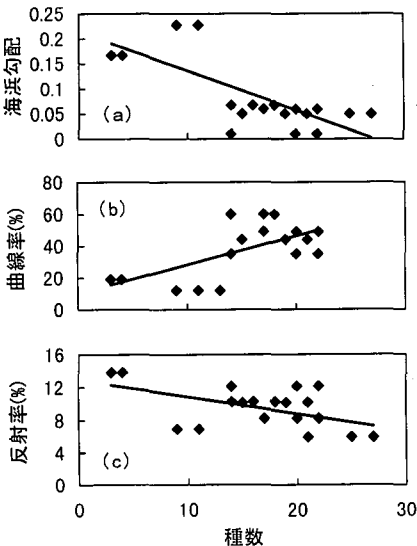


図-5 地形特性と付着動物種数との関係

工磯の付着動物相を豊かなものにするためには、光の反射率が小さい岩石を緩やかな勾配で積み、その法線形状には曲線部を多く取り入れることが望ましいと言える。

3.2 淡輪・箱作および魚住海岸の人工磯における付着動物相の比較

a) 海水流動値と付着動物相

淡輪・箱作の人工磯では図-6 に示した 11 測点、また、魚住のものは図-7 に示した 7 測点において、それぞれ地形特性と付着動物に関する調査を行った。さらに、前者では、測点 Z1, Z3, Z5, Z6, Z7 および Z10 の 6 測点、後者では、測点 P1~P6 の 6 測点において、海水流動値を石膏球法を用いて測定した。なお、ここでは、付着動物の多様性の量的尺度として、MacArthur の多様度指数 (木元, 1976) を用いた。

図-8(a) および (b) には、それぞれ淡輪・箱作と魚住海岸における人工磯での無次元海水流動値と付着動物の多様度指数および優占率との関係を示した。なお、無次元海水流動値とは、各測点での海水流動値を全測点での平均値で除したものであり、優占率とは、各測点で確認された優占種の個体数と全種の総個体数の比である。

これらによると、(a) 図に示した多様度指数は、いず

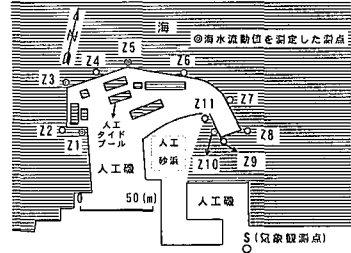


図-6 淡輪・箱作海岸の人工磯における測点

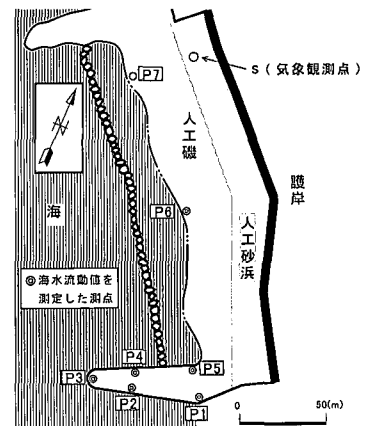


図-7 魚住海岸の人工磯における測点

れの磯のものについても、無次元海水流動値が約1で極大値を示している。一方、(b)図に示した優占率は、多様性指数とはまったく逆の傾向を示し、無次元海水流動値が約1で極小値を示している。なお、図示はしていないが、総個体数については、いずれの人工磯でも、無次元海水流動値が大きくなると、その値も大きくなる。これらのことから、無次元海水流動値が大きいところほど付着動物の総個体数は増加するが、その値が1と異なるところでは、そこに生息できる付着動物種が限定される場合が多く、ある種の優占傾向が強くなって、そこでの多様性は低くなると言える。

図-9(a) および (b) には、それぞれ淡輪・箱作と魚

住海岸の人工磯における付着動物の生息割合（生物分類学上のある科の個体数と全科の個体数の比）と無次元海水流動値との関係を示した。まず、淡輪・箱作のものについては、無次元海水流動値が1程度で多様な動物が生息している。また、その値が1以上ではツタノハガイ科に属するものが、約0.5ではニシキウズガイ科に属するものの生息割合がそれぞれ大きくなっている。ツタノハガイ科に属する代表的なものは、ヨメガガサガイやマツバガイなどの笠貝である。これらは、その形状によって、波当たりに対し強い耐性をもっているため、このように海水流動の大きいところに多く生息している。また、ニシキウズガイ科に属するものは、コシダカガンガラやイシダミガイなどの巻き貝である。これらは波当たりに対する耐性が弱いため、海水流動の小さいところに多く生息している。一方、魚住の人工磯では、無次元海水流動値に関係なく、ニシキウズガイ科のもの占める割合が大きい。これは、ここでの海水流動値が、淡輪・箱作海岸のものに比べて小さいためである。

図-10は、淡輪・箱作と魚住海岸の人工磯において、どのような環境要因が付着動物の多様性に影響しているのかを明らかにしようとしたものであり、(a)図は多様性の高い測点Z6とP5、(b)図は多様性の低い測点Z10とP3について示したものである。なお、ここで用いた環境要因に関するそれぞれの値は、各測点での測定値を全測点での平均値で除して無次元化したものである。

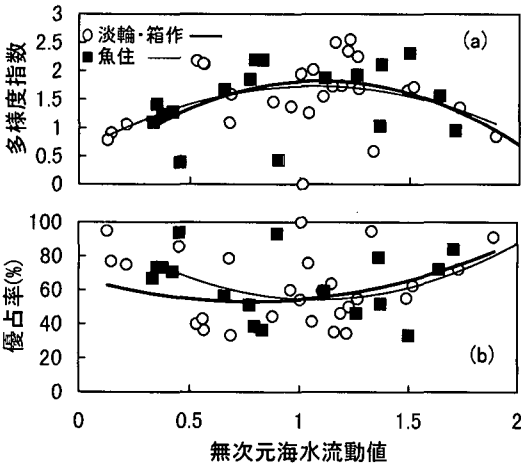


図-8 生物指標と海水流動値との関係

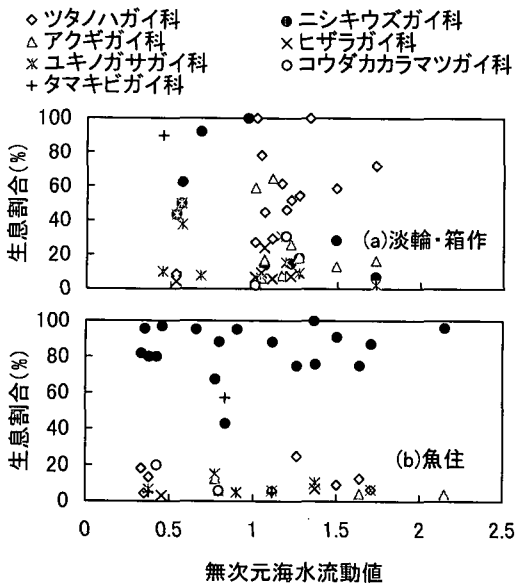


図-9 付着動物の生息割合と海水流動値との関係

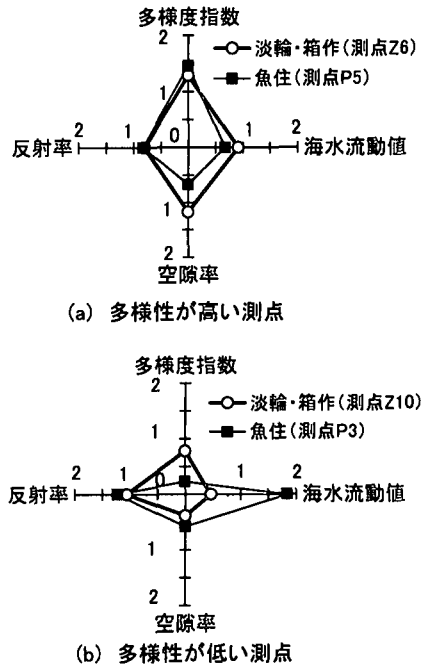


図-10 付着動物の多様性に及ぼす環境要因の影響

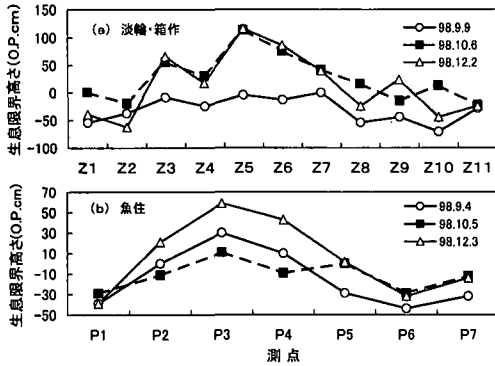


図-11 人工磯における付着動物の生息限界高さ

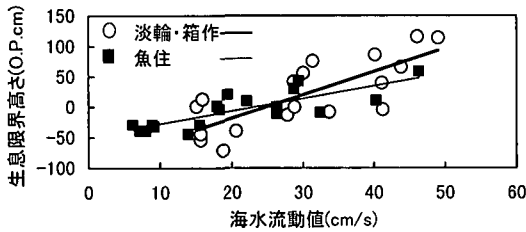


図-12 付着動物の生息限界高さとの関係

まず、海水流動値についてみると、(a) 図に示した多様性の高い測点では、いずれの磯においても、その値は同じ程度であるが、(b) 図の多様性が低い測点では、淡輪・箱作のものが極端に小さいのに対し、魚住のものは極端に大きい。つぎに、造成素材の光の反射率については、(a) 図では、いずれの磯でも約 0.8 であるが、(b) 図のものはいずれも 1.0 以上の値である。岩石間の空隙率については、いずれの磯についても、(b) 図のものに比べ、(a) 図のものの方が大きい。これらのことから、淡輪・箱作と魚住海岸の人工磯では、海水流動値が非常に大きくも小さくもなく、岩石の光の反射率は小さく、空隙率の大きいところが多種多様な付着動物の生息にとって望ましい環境になっていると言える。特に、これらの環境要因のなかでも、海水流動値の違いが顕著である。すなわち、淡輪・箱作と魚住海岸の人工磯における付着動物の多様性には、そこでの波当たりの影響が大きいと言えよう。

b) 付着動物の生息限界高さ

図-11(a) および (b) には、淡輪・箱作および魚住海岸の人工磯における付着動物の O.P. (淀川工事基準面) 上の生息限界高さを示した。これらによると、いずれの

磯においても付着動物の生息限界高さは、全般的に人工磯の先端部で沖側に面した測点で高く、岸側に近い測点では低いことがわかる。また、夏季に低く冬季に高くなるような傾向もみられる。そこで図-12 には、生息限界高さとの関係を示した。これによると、いずれの磯も海水流動値が大きいほど生息限界高さも高くなる。これは、岸側の測点に比べて、沖側のものの海水流動値は大きく、波の打ち上げなどによって沖側の測点では高いところまで湿潤状態が保たれているためである。

4. 結 語

以上、大阪湾沿岸および東播海岸にある人工磯において付着動物相を調査し、人工磯が豊かな生態系を有するための条件を水質と地形との関係から明らかにしようとした。その結果、水質については、DO と塩分濃度はその値が高いほど、また、COD は低いほど付着動物の確認種数が多くなることを示した。一方、地形や造成素材については、干潮時における汀線付近の海浜勾配が緩やかであり、汀線形状は曲線部の長さが長いほど、付着動物種数は多くなり、また、造成素材である岩石の光の反射率は小さく、その空隙率は大きいものほど、付着動物の多様性は高くなることを明らかにした。さらに、海水流動値が大きいところほど付着動物の生息限界高さは高くなるが、ある海水流動値で多様性指数は極大値を示し、その海水流動値で優占率は極小値を示すことも明らかにした。

最後に、本研究を行うにあたり、大いに助力してくれた関西大学海岸工学研究室の学生諸君や調査にご協力を頂いた関係各位に深謝の意を表する。なお、この研究に際しては、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る。

参 考 文 献

- 井上雅夫・鉄川 精・島田広昭・柄谷友香 (1996): 生物との共生をめざした人工磯の地形とその造成素材について、海岸工学論文集, 第 43 卷, pp. 1166-1170.
- 海岸長期ビジョン研究会 (1995): 豊かな海辺の創造, 第一法規出版, 91 p.
- 木元新作 (1976): 動物群集研究法 I - 多様性と種類組成 -, 共立出版, 185 p.
- 重野 彰・東山頼男 (1999): 海辺を南フランスの香りする快適ステージへ(アジュール舞子), 海岸, Vol. 38, No. 2, pp. 54-57.
- 鍋島靖信・喜田和四郎 (1990): 石符ボールによる海水流動の測定法, 水産増殖, 第 38 卷, 2 号, pp. 127-133.