

付着動物相の向上を目指した人工タイドプールの改良工事に伴う現地追跡調査

FOLLOW-UP FIELD OBSERVATIONS WITH IMPROVEMENT WORK OF MAN-MADE TIDE POOL AIMING AT BETTER HABITAT CONDITIONS FOR MARINE ORGANISMS

田中賢治¹・橋中秀典¹・島田広昭²・井上雅夫³・梶浦 強⁴・藤井賢介⁴
 Kenji TANAKA, Hidenori HASHINAKA, Hiroaki SHIMADA, Masao INOUE,
 Tsuyoshi KAJIURA and Kensuke FUJII

¹学生員 関西大学大学院 工学研究科土木工学専攻 (〒564-8680 大阪府吹田市山手町3-3-35)

²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)

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関西大学 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 clarify the effect of improvement work of man-made tide pool at Tannowa-Hakotsukuri artificial rocky coast on marine organisms. This work fills the tide pool with gravel and cuts off a part of upper edge of the side walls in tide pools. Then, the field observations on marine organisms are carried out in the man-made tide pools.

As a result, the number of species of marine organisms increases as compared with the number before the improvement work. Especially, the diversity of marine organisms is improved at the tide pool which is far from the low water shoreline. Moreover, porous concrete, concrete with slits in surface and covered with porous mats are recommended for the construction material of man-made tide pool.

Key Words : artificial rocky coast, man-made tide pool, marine organisms, diversity index

1. 緒言

大阪府の淡輪・箱作海岸の人工磯には、付着動物の多様性を高めるため、ケーソン型人工タイドプールが設置されている¹⁾。しかし、この人工タイドプールは、コンクリート製のケーソンを埋設して造成したものであり、水深が1m以上もあり、天然のものと比較して、その規模や様相が大きく異なっている。さらに、利用者の安全性の面からもその改良が求められてきた。このため大阪府では、2002年3月、この人工タイドプールに礫を投入し、水深を小さくする工事を行った。これによって、タイドプールの水深は約0.5mになり、安全面の問題も一応解消された。さらに、水質の悪化が懸念されていた干潮汀線から離れた位置にあるタイドプールには、干潮時にも海水交換が行われるように、側面に約50cmの切り欠き部を設けた。

本研究では、付着動物相に及ぼすこうした改良工

事の影響を明らかにしようとした。さらに、工事後の人工タイドプールの底部と人工磯表面の2カ所には、ポーラスコンクリートを含む6種類のコンクリート製の供試体をそれぞれ設置して、豊かな付着動物相の形成を目指した人工タイドプールの造成素材についても検討しようとした。

2. タイドプールの付着動物相に及ぼす改良工事の影響に関する調査

(1) 調査方法

表-1には、この調査で対象としたタイドプールJ-1～J-8の概要、また、図-1には、それらの位置を示した。さらに、図-2には、タイドプールJ-2の平面および側面図を示した。すべてのタイドプールにおける側壁の天端高さは、人工磯の高さと同じ大阪府工用基準面C. D. L. +1.14mであり、満潮時には完全に水没し、干潮時には完全な閉鎖水域となる。

この調査では、それぞれの人工タイドプールの4

表-1 タイドプールの概要

タイドプールの名称	J-1	J-2	J-3	J-4	J-5	J-6	J-7	J-8
大きさ(m)	15.0×6.0	10.0×2.5	5.0×5.0	15.0×6.0	15.0×6.0	5.0×5.0	25.0×6.0	25.0×6.0
深さ(m)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
表面積(m ²)	90	25	25	90	90	25	150	150
容積(m ³)	45	12.5	12.5	45	45	12.5	75	75
干潮汀線からの最短距離(m)	6.3	14.4	3.7	3.2	14.3	4.2	3.8	19.1

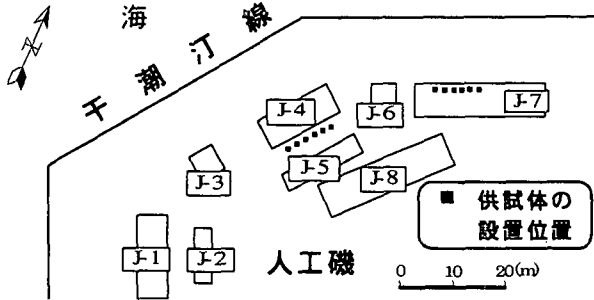


図-1 タイドプールの位置

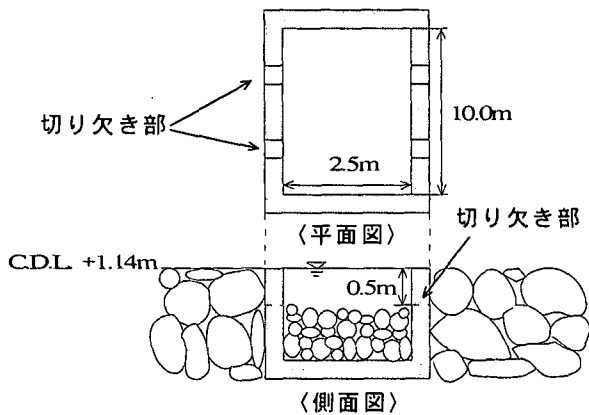


図-2 タイドプールJ-2の平面図および側面図

側面において、付着動物の種数を目視により測定した。また、工事後には、石膏球法²⁾を用いて、タイドプール内への海水流入時における海水流動値を測定した。石膏球は、各タイドプールの中央部分の水深が約0.3mの位置に設置した。なお、この調査は、工事前の2001年8月6日、工事後の2002年8月22日、10月31日、12月2日の合計4回、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)と水質(水温、塩分濃度、pH、DO、COD)の測定も行った。

(2) 調査結果と考察

a) 工事前後における付着動物相の比較

図-3には、工事前の2001年8月6日と工事後の2002年8月22日における人工タイドプールごとの付着動物の確認種数を示した。これによると、干潮汀線から離れたところにあるタイドプールJ-2やJ-5においては、改良工事による確認種数の変化はみられないが、それ以外のタイドプールにおいては、確認種数は増加している。これは、タイドプールに投入した

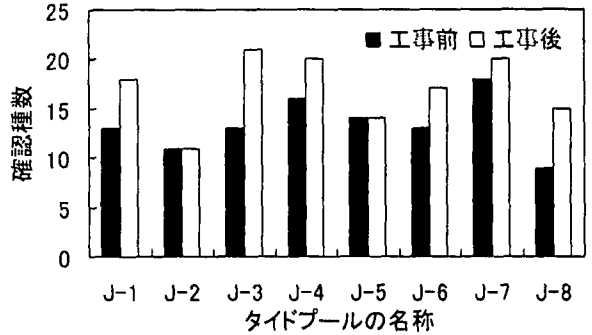


図-3 タイドプールにおける付着動物種数

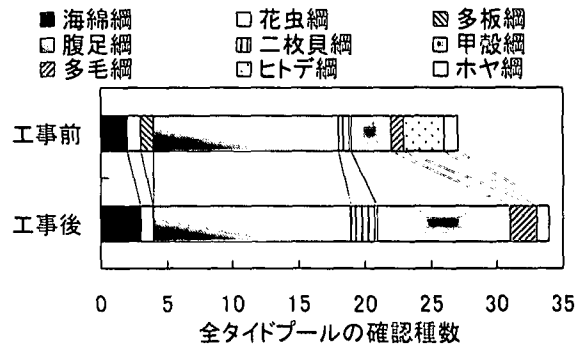


図-4 全タイドプールにおける付着動物の綱別種数

礫が、付着動物にとって良い隠れ家や繁殖の場となったためと考えられる。また、工事前には付着動物の確認種数が最も少なかったタイドプールJ-8においても、種数が大幅に増加している。このことから、タイドプールの側壁に切り欠き部を設けて干潮時の海水交換を促すことによって、付着動物の多様性は向上するものと考えられる。

図-4には、全タイドプールにおける付着動物の綱別種数を示した。これによると、特に甲殻綱が増加していることがわかる。これは、イワフジツボや腹足綱のタマキビガイなどが確認されたためである。したがって、タイドプールに礫を投入することにより、低潮帯を好む種に加え、潮間帯の中～上位に生息する種もみられるようになり、付着動物にとって、多様な生息環境が形成されてきたものと言えよう。

b) 干潮汀線から離れたタイドプールにおける付着動物種数の経時変化

図-5には、干潮汀線から離れた位置にあるタイドプールJ-2およびJ-8における付着動物の確認種数の経時変化を示した。これによると、いずれのタイドプールにおいても、付着動物は工事前には約10種しか

確認されなかったが、工事後には20種以上と大幅に増加している。また、干潮汀線に近いタイドプールと比べて、こうした増加の割合もかなり大きい。この要因としては、礫の投入に加え、これらのタイドプールの側面には深さが約50cmの切り欠き部を設けたが、その効果が現れたことも挙げられる。すなわち、切り欠き部を設けたことにより、干潮時にも海水交換が行われるようになったため、干潮汀線から離れた位置にあるタイドプールにおいても、付着動物にとって良好な生息環境が形成されたものと考えられる。

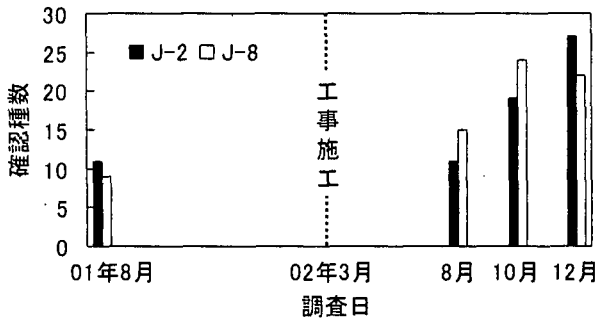


図-5 付着動物の確認種数の経時変化

c) タイドプール内の水質

本研究では、前述したように、全調査日において水質5項目を測定した。しかし、水温、塩分濃度およびpHに関しては、各タイドプールにおいて明瞭な差異はみられなかった。したがって、ここでは、干潮汀線に近いタイドプールJ-4およびJ-7と干潮汀線から離れたタイドプールJ-2およびJ-8と人工磯の沖側におけるDOとCODの経時変化を検討した。

まず、図-6には、DOの経時変化を示した。これによると、夏季に極小、冬季に極大となる明瞭な季節変化を示している。また、いずれのタイドプールにおいても、ほとんどの調査日において、人工磯の沖側のものよりも高い値を示している。これは、タイドプールの閉鎖性のため、海藻類の光合成の影響が大きいものと考えられる。さらに、J-2およびJ-8においては、工事後には沖側のものよりもDOが小さくなる傾向がみられる。これは、これらのタイドプールに切り欠き部を設けたことにより、干潮時にはタイドプール内の海水が流出し、海藻類が繁茂しにくくなったためと考えられる。しかし、タイドプール内における付着動物の多様性は向上していることから、この程度のDOの低下は付着動物相にあまり影響しないと言えよう。

図-7には、CODの経時変化を示した。これによると、人工磯の沖側におけるCODは夏季に大きく、冬季に小さい季節変動を示している。しかし、タイドプール内においては、この傾向は明瞭ではない。また、工事後の冬季におけるJ-2およびJ-8のCODは、人工磯の沖側のものと大差がない。これは、切り欠き部を設

けて、干潮時にも海水交換が行われるように改良したことが、水質の向上につながったものと考えられる。

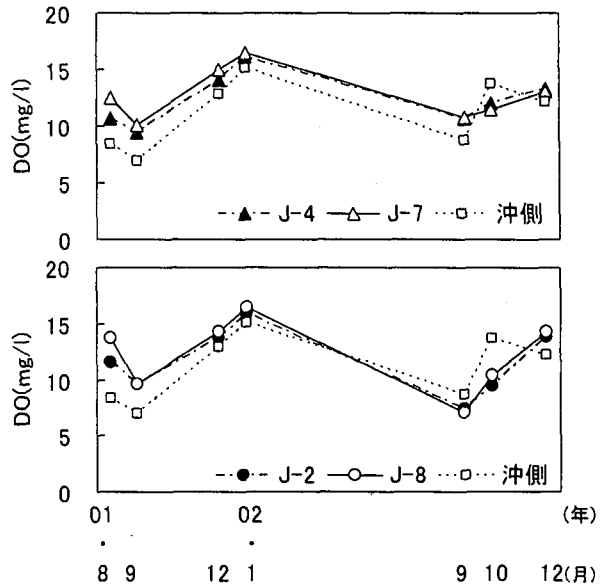


図-6 DOの経時変化

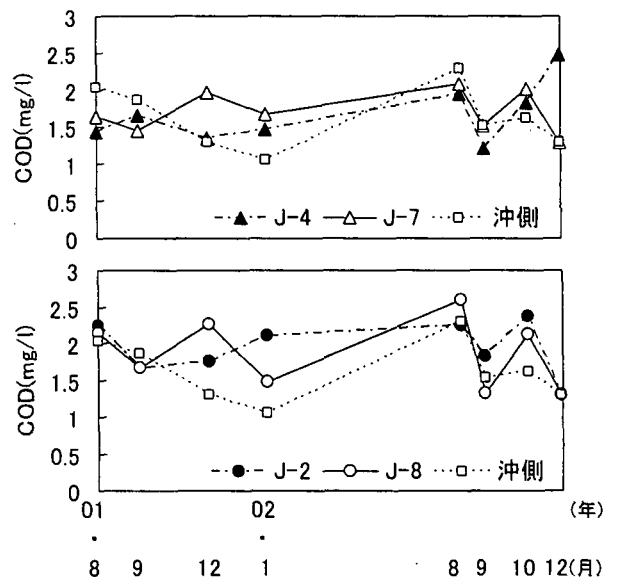


図-7 CODの経時変化

d) タイドプール内の無次元海水流動値と付着動物種数との関係

図-8には、干潮汀線からタイドプールまでの距離と無次元海水流動値との関係を示した。ここで、無次元海水流動値とは、各測点における海水流動値を、全測点の平均値で除すことによって、海水流動値を無次元化したものである。これによると、干潮汀線から離れたタイドプールほど、海水流動値は小さくなる傾向がみられる。しかし、J-7に関しては、そうした傾向はみられない。この原因としては、J-7内の測点と干潮汀線の間には、写真-1に示すような大き

な景石が設置されているため、波の打上げによるタイドプール内への海水の流入量が低減し、そこでの海水流動値が小さくなったことが考えられる。また、図-9には、付着動物の確認種数と無次元海水流動値との関係を示したが、両者には明瞭な関係はみられない。しかし、干潮汀線に近いタイドプールにおいて付着動物の確認種数は多く、特に、J-7では確認種数が最大になっている。したがって、干潮汀線付近のタイドプールにおいては、前方に景石等が置かれていると、波当たりの強い場所と弱い場所ができるため、タイドプール内における生息環境が多様化し、付着動物相が向上するものと考えられる。

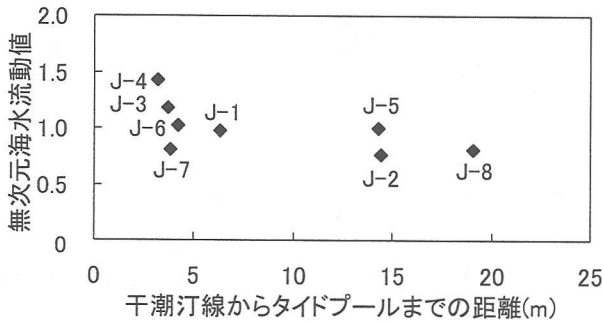


図-8 干潮汀線からの距離と海水流動値との関係

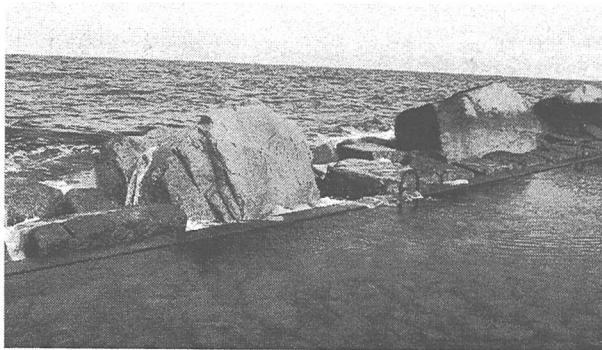


写真-1 景石の設置状況

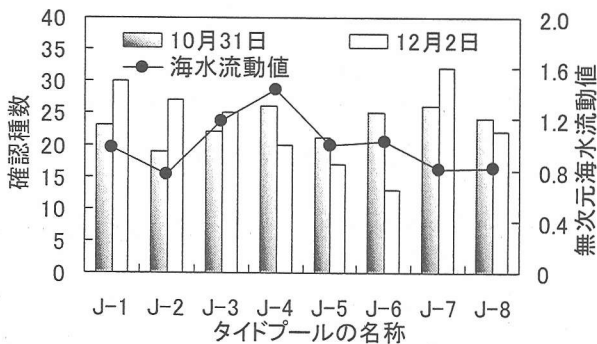


図-9 付着動物の確認種数と海水流動値との関係

3. タイドプールの造成素材に関する調査

(1) 調査方法

コンクリート製の立方体供試体 (辺長30cm) を図-1

表-2 供試体の名称

供試体の種類	設置位置	
	磯表面	タイドプール内
コンクリート	C-1	D-1
スリット入りコンクリート	C-2	D-2
ポーラスコンクリート(粒径大)	C-3	D-3
ポーラスコンクリート(粒径中)	C-4	D-4
ポーラスコンクリート(粒径小)	C-5	D-5
ポーラスマット付きコンクリート	C-6	D-6

表-3 ポーラスコンクリートの特性

供試体名称	C-3・D-3	C-4・D-4	C-5・D-5
粒径	15~20mm	5~15mm	5mm以下
空隙率	すべて25%		

に示した2カ所に設置し、それへの付着動物を調査した。設置した供試体は、通常のコンクリート、表面に幅・深さともに3cmのスリットを各表面に3本ずつ設けたコンクリート、直径1mmのポリプロピレン製繊維を編み上げたポーラスマット(厚さ25mm)で被覆したコンクリート、粗骨材の粒径が異なる3種類のポーラスコンクリートの合計6種類とした。各供試体の名称は表-2に示すとおりである。また、表-3には、ポーラスコンクリートの粗骨材の粒径を示した。この調査では、各供試体の側面および天端における付着動物の種数と個体数を目視により測定し、さらに、天端については、表面温度と光の反射率も測定した。なお、これらの供試体は2002年7月12日に設置し、それ以降、2002年12月5日までの間に5回の調査を行った。

(2) 調査結果と考察

a) 供試体における付着動物種数

図-10には、各供試体における確認種数の経時変化を示した。これによると、人工磯表面とタイドプー

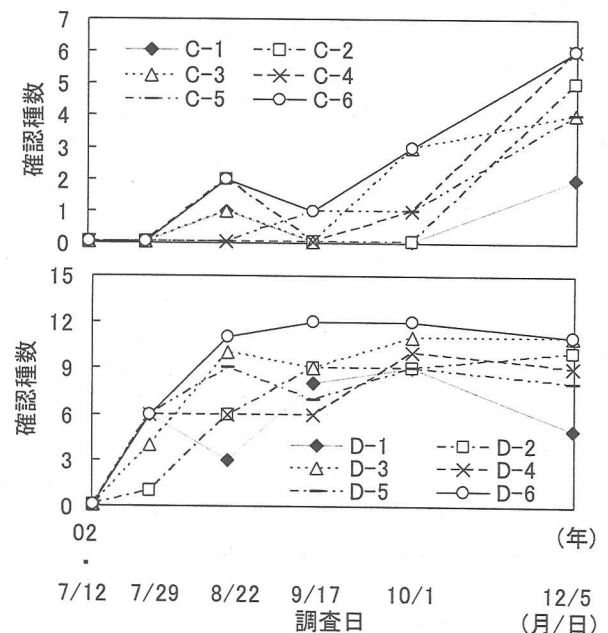


図-10 確認種数の経時変化

ル内に設置した供試体における種数には大差がみられる。これは、調査を干潮時に行うため、磯表面の供試体は干出時間が長くなり、設置場所の違いによる影響が顕著に現れたものと考えられる。また、磯表面の供試体については、時間の経過とともに付着動物種数は増加する傾向がみられるが、タイドプール内のものについては、設置後1~2カ月の間に大きく増加し、それ以降の変化は小さい。さらに、タイドプール内に設置した供試体については、D-6やD-3における種数は多く、D-2のものは増加傾向がみられる。これらのことから、タイドプール内に設置したものについては、表面粗度の大きいコンクリートが付着動物相の向上に有効であると言える。

b) 生物指標の経時変化

図-11には、各供試体における多様度指数の経時変化を示した。これによると、磯表面の供試体については、設置直後の多様度指数は、いずれの供試体でも小さいが、時間の経過とともに大きくなる。これは、供試体設置後、長時間が経過すると、付着動物の生息に適した環境が形成されだすためと考えられる。また、全般的にC-6が大きい値を示している。すなわち、表面に取り付けたポーラスマットは、供試体の湿潤状態を保持するため、人工磯の表面素材として有効に利用できるものと考えられる。

次に、タイドプール内の供試体については、設置直後から多様度指数は大きい値を示し、その後はあまり変化しない傾向がみられる。これは、磯表面に設置したもの比べ、供試体の表面に海藻が繁茂するなど、付着動物の生息に適した環境が短期間で形成されたためと考えられる。また、全般的にはD-6、D-3、D-2が大きい値を示している。このことから、前述したように、表面粗度の大きいコンクリートを

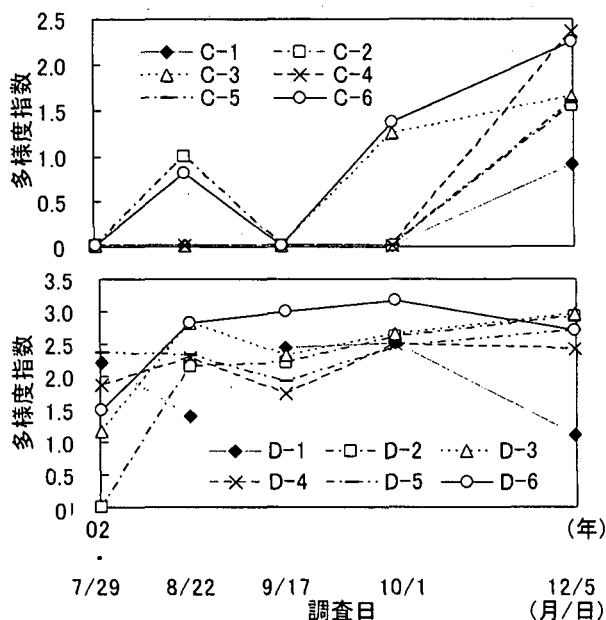


図-11 多様度指数の経時変化

用いることによって、タイドプール内の付着動物の多様性は向上するものと考えられる。さらに、D-1については、設置直後の値は大きいですが、設置後時間が経過すると、その値は小さくなる。この要因として、アオガイに代表されるような笠貝が優占種として出現したことが考えられる。したがって、コンクリートの表面にスリットを設けるだけでも、そこでの特定期種の優占傾向を抑制することが可能であり、多様な生物生息空間が創造できるものと考えられる。

c) 供試体における光の反射率

図-12には、光の反射率と多様度指数との関係を示した。これによると、人工磯の表面、タイドプール内のいずれのものについても、光の反射率が小さいほど、多様度指数は大きく、反射率が2.0~10.0%で最大になる。また、このことは設置場所にはあまり関係しないようである。なお、表面温度と多様度指数との関係については、明瞭な傾向がみられなかった。

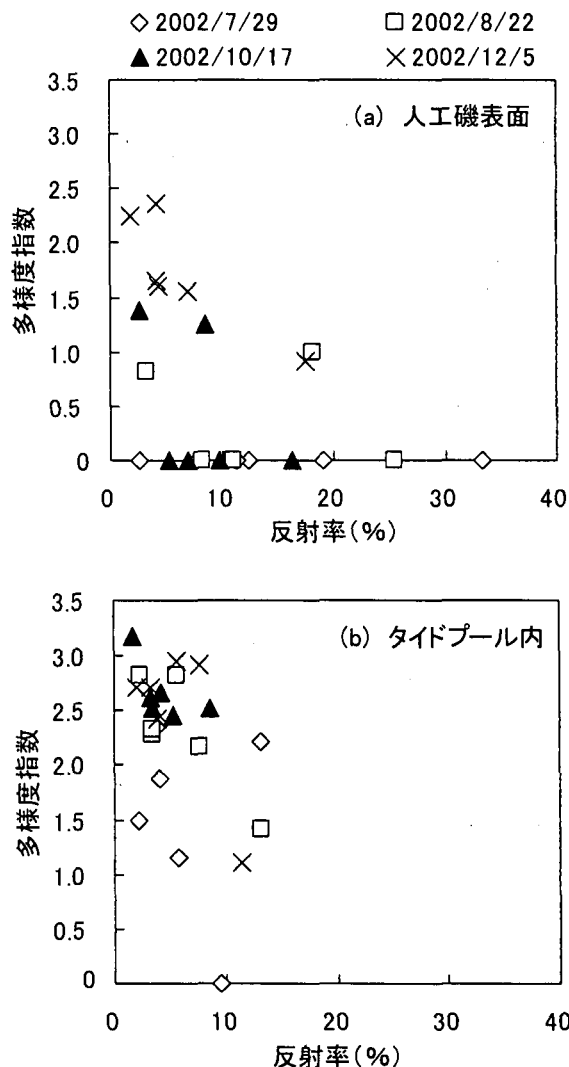


図-12 光の反射率と多様度指数との関係

d) コンクリートと岩石との比較

この調査結果と従来の現地調査の結果³⁾を比較し

て、コンクリートと岩石における付着動物相の比較を行う。なお、コンクリート、花崗岩、安山岩および砂岩については、同じ人工磯の表面に供試体を設置し、1994年5月から12月までの合計8回の調査で確認された種数の累計を用いた。

図-13には、各供試体における累計確認種数を示した。これによると、コンクリートと著者らのC-1でほぼ同じ程度の付着動物種数が確認されていることから、両者の調査には、その調査期間に違いはあるが、比較が可能であろう。まず、岩石の供試体においては、花崗岩と安山岩が5種で最も多い。次に、コンクリートの供試体については、C-6のものが7種で最も多く、次いでC-2、C-3およびC-4のものが6種であり、岩石のものに比べて種数は多い。これらのことから、スリット入りコンクリート、ポーラスコンクリートおよびポーラスマット付きコンクリートは人工タイドプールの造成素材として用いることができよう。

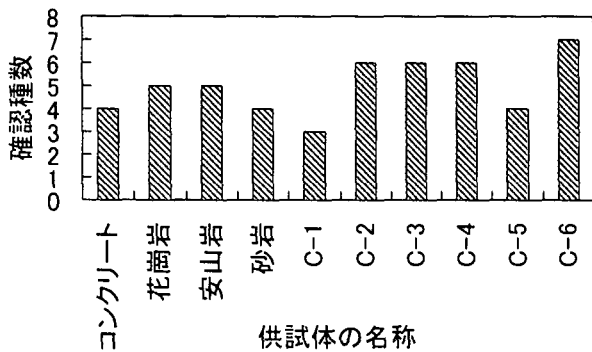


図-13 各供試体における累計確認種数

4. 結 語

以上、人工タイドプールにおける付着動物相に及ぼす改良工事の影響と造成素材、主としてポーラスコンクリートへの付着動物の特性を調査してきたが、それらの結果をまとめると、次のようになる。

(1) ケーソン型人工タイドプールの中に礫を投入することによって、そこに生息する付着動物の種数は増加する。これは、潮間帯の中位～上位に生息

するイワフジツボやタマキビガイなどが付着するようになったためである。

(2) 干潮汀線から離れたところのタイドプールにおける付着動物は、工事前には約10種しか確認されなかったが、工事後には20種以上にも大幅に増加した。

(3) 干潮汀線からタイドプールまでの距離が短いほど、タイドプール内の海水流動値は大きくなり、そこでの付着動物の確認種数も増大する傾向がみられる。

(4) コンクリートの供試体に生息する付着動物の多様性は、ポーラスマット付きコンクリートや粗骨材の粒径が15～20mmのポーラスコンクリートのものが高い。

(5) コンクリートの表面にスリットを設けることによって、付着動物の多様性は向上する。これは、スリットの付いたコンクリートでは、通常のコンクリートのものに比べてアオガイなどのような笠貝の優占傾向が弱くなるためである。

(6) 供試体の光の反射率が小さくなれば、付着動物の多様性は高くなる。

(7) 人工磯表面の供試体は干出時間が長い場合、タイドプール底部のものに比べて、付着動物相は貧弱である。

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大阪府の関係各位、ならびに現地調査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る。

参考文献

- 1) 柴橋朋希・島田広昭・田中賢治・吉安勇介・橋中秀典・井上雅夫：多様な付着動物相を有する人工タイドプールの造成手法に関する研究，海洋開発論文集，Vol. 18，pp. 503～508，2002.
- 2) 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.
- 3) 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.