

人工磯の付着生物に及ぼす造成素材の影響

Influence of Construction Materials on Marine Organisms in Man-made Lagoon

島田 広昭*・中村 克彦**・鉄川 精***・井上 雅夫*
Hiroaki Shimada, Katsuhiko Nakamura, Tadashi Tetsukawa and Masao Inoue

The purpose of this study is to disclose the best habitable conditions for marine organisms in man-made lagoon. From this view point, the following four test pieces of construction materials, i.e., concrete, granite, andesite and sandstone were set in the field both in man-made lagoon as well as in natural one respectively. It is found that the numbers of species of marine organisms vary with the characteristics of the materials and also concrete is recommended for the construction material of man-made lagoon.

Keywords : man-made lagoon , rocky shore , marine organism , construction material

1. 緒言

近年、地球環境問題が大きくクローズアップされる中において、海岸整備に際しては機能性だけではなく、親水性、自然環境との調和、生物との共生といったことについても考慮するような要請が強まってきている。こうしたことに応えるために、最近ではわが国の海岸保全整備も変化をみせており、各種の新しい具体的な計画が推進されている。その一つとして、人工海浜の造成が挙げられるが、その多くは砂礫で造成される砂浜海岸であり、多様な生態系が期待される人工磯浜の施工例はきわめて少ないのが現状である。このため、その造成技術に関しては、いまだ不明確な点が少なくない。

本研究の目的は、人工磯浜の造成素材として、どのようなものが適しているのかを明らかにするため、4つの基質の異なる供試体を人工磯と天然磯にそれぞれ設置し、それらへの付着生物や周辺の自然環境、特に水質について定期的な調査を行うことによって、人工磯浜に関する造成技術の向上に寄与しようとするものである。



写真-1 供試体の設置状況（人工磯）

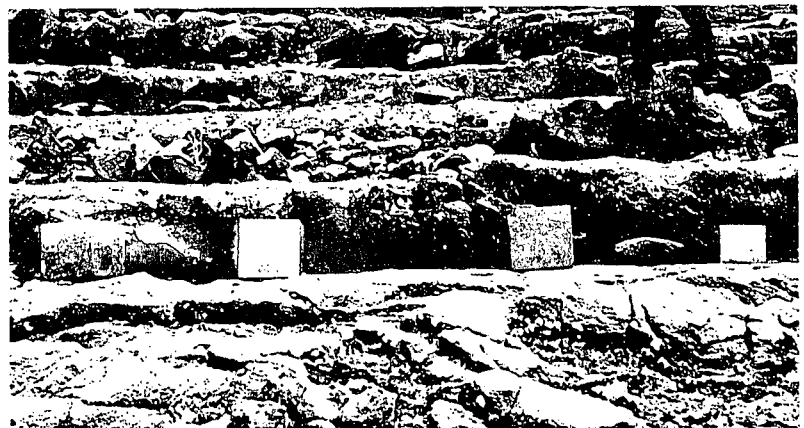


写真-2 供試体の設置状況（天然磯）

* 正会員 関西大学工学部土木工学科（〒564 吹田市山手町3-3-35）
** 正会員 農林水産省水産庁漁港部
*** 関西大学工学部教養生物教室

2. 調査方法

現地調査は、大阪湾に面した淡輪・箱作海岸に現在整備中である人工磯と、その南西約4kmに位置する長松自然海岸の天然磯の潮間帯に、それぞれ4種類の造成素材の供試体を写真-1および2のように設置して行った。なお、供試体の種類は、コンクリート、花崗岩、安山岩および砂岩であり、いずれの磯においてもこの順番に東から並べてあるが、人工磯のものは、天然磯のものよりも27cm高い位置に設置されている。供試体の大きさはいずれも一辺が30cmの立方体であるが、砂岩だけは若干小さい。調査は、供試体を設置した1994年4月14日以降、5月12日、6月9日、7月9日、8月9日、9月6日、10月8日、11月18日、12月15日および1995年1月13日のほぼ1カ月ごとに合計9回行った。また、調査は供試体全体が海面上に現れる各調査日の干潮時に行ったため、9月の調査までは昼間の干潮時に、10月以降は夜間の干潮時に、まず天然磯、ついで人工磯の順序で行った。調査内容は、自然環境調査では、天候、気温、湿度、風向、風速、水温、塩分、pH、DO、CODおよび供試体の表面温度の合計11項目について、それぞれの磯における供試体の設置位置周辺で測定した。生物調査は、供試体のそれぞれの面に付着した生物について、スケッチと写真撮影を行い、付着生物の種数と個体数（種によっては被覆度）および代表的なものの大きさについて測定した。

3. 人工磯と天然磯における水質

図-1は、水質の季節変化を示したものである。なお、これらの(a)図は水温と気温、(b)図は塩分、(c)図はpH、(d)図はDO、(e)図はCODであり、いずれも人工磯と天然磯に設置した供試体の周辺での測定値である。

これらによると、(a)図の水温については、いずれの磯でも明瞭な季節変化が現れているが、人工磯と天然磯の違いはほとんどみられない。また、破線で示した気温との関係については、日中に調査を行った9月までは気温のほうが水温よりも高いが、夜間調査となった10月以降は、逆に気温のほうが水温よりも低くなっている。

(b)図の塩分については、調査日によって多少の変動を示すものの、その値はほぼ一定であり、季節的な変化や磯による違いはみられない。さらに、日中と夜間の調査時間の違いによる影響もみられず、塩分は、調査期間中を通じて、ほぼ35‰前後で一定である。

(c)図のpHについては、いずれの調査日においても天然磯のほうが人工磯よりも高い値を示している。これは、天然磯のほうが海藻類や植物プランクトンが多く、それらが光合成を行ってアルカリ性が若干強くなるためと思われる。また、こ

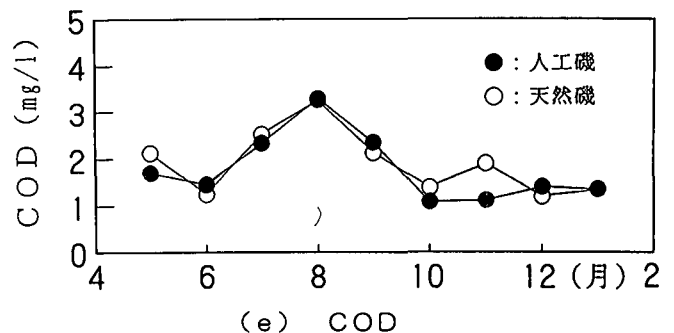
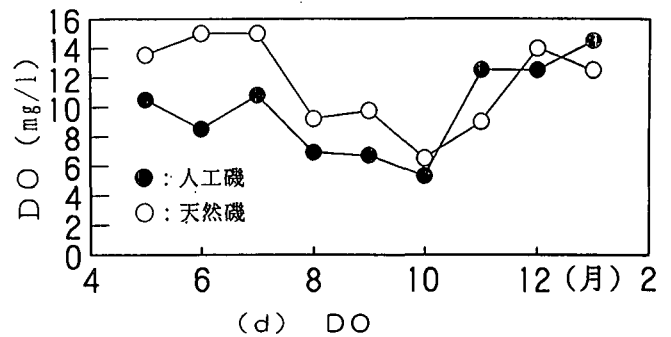
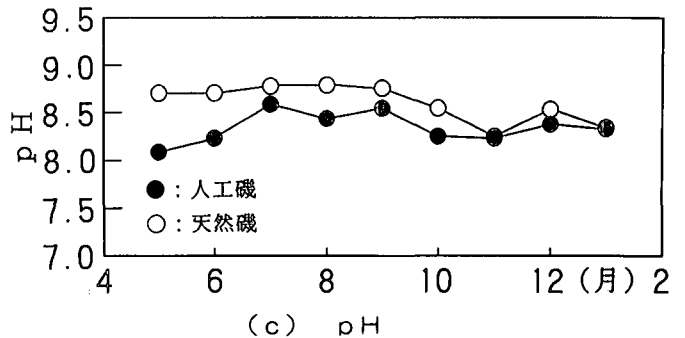
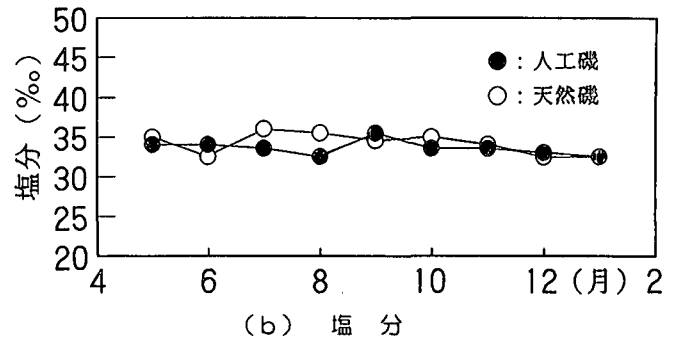
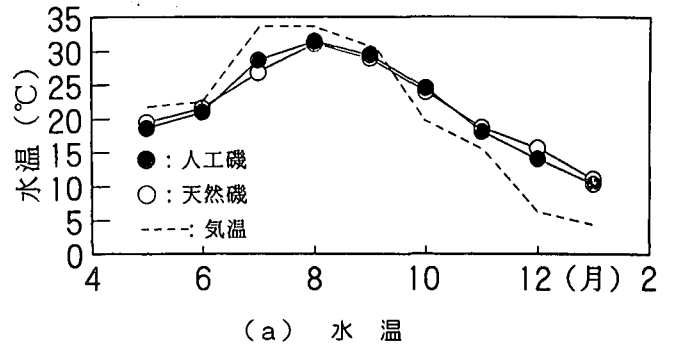


図-1 両磯における水質の季節変化

のことは、夜間調査となった10月以降の両磯におけるpH値が、日中に調査を行った9月以前のものよりも全般的に低い値になっていることや両磯での差が小さくなっていることからわかる。

(d)図のDOについては、日中の調査であった9月までは、天然磯のもののほうが人工磯のものよりも高いが、夜間の調査となった10月は、その差が小さくなり、11月以降は逆に人工磯のほうが天然磯よりも高い調査日もある。この原因については、前述のpHについて述べたように、天然磯では海藻類や植物プランクトンが人工磯よりも多いことから、光合成で放出される酸素量に差が生じたためと思われる。また、DOには当然のことながら明瞭な季節変化がみられ、その傾向は(a)図の水温とはまったく逆の傾向を示している。

(e)図のCODについては、いずれの磯でも水温が30℃以上になる8月にもっとも高い値を示しており、3.0mg/l以上となっている。また、それぞれの磯での違いについては、11月に多少の差がみられるものの、それ以外では差はほとんどみられない。両磯におけるCODの平均値は、天然磯が1.89mg/l、人工磯が1.78mg/lであり、これらの値は海域の環境基準によると、いずれも類型Aに属し、利用目的の適応性は水産1級に相当する非常に良好な水質であるといえる。

以上、人工磯と天然磯における水質を比較した結果、pHとDOについては、天然磯のほうが人工磯のものより、年間を通じて若干高い値を示しているが、それ以外のものについては両者の差はほとんどみられないようである。なお、気象条件についても、両磯でほとんど違いはみられない。また、波浪や流れなどは測定していないが、両磯での調査日が同じであるうえ、気象条件もほとんど同じであるため、人工磯と天然磯の気象条件はほぼ同一であると考えることができよう。

4. 付着生物

4. 1 基質の違いによる影響

図-2(a)および(b)は、各調査日におけるそれぞれの供試体に付着していた動物の種数を示したもので、(a)図が人工磯、(b)図が天然磯のものである。これらによると、天然磯では、コンクリートを除いて、設置後1ヵ月で生物が付着し始め、

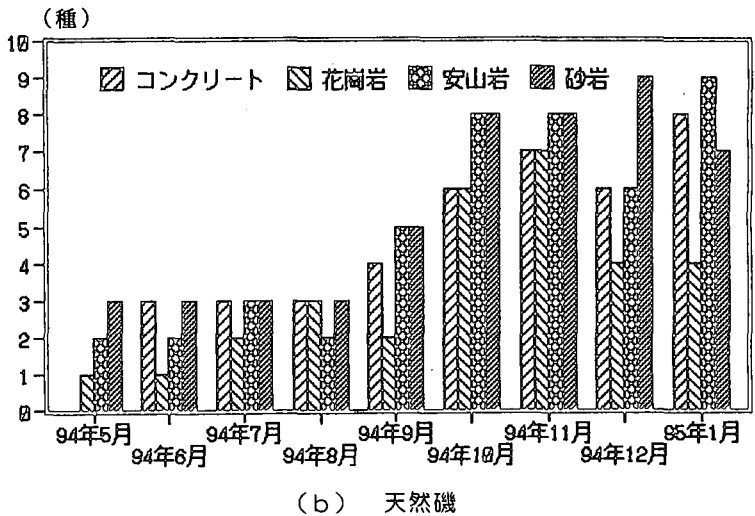
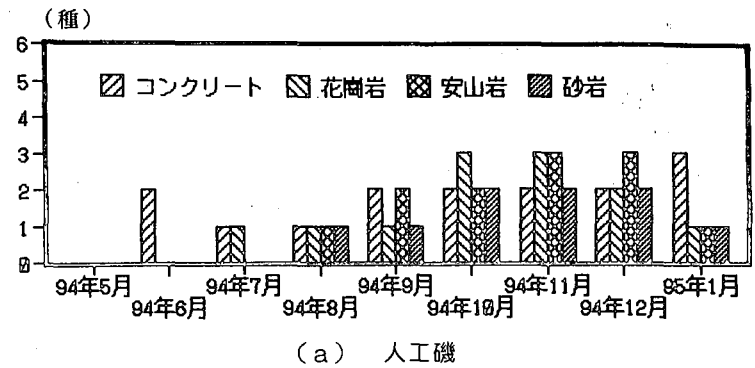


図-2 付着種数の季節変化

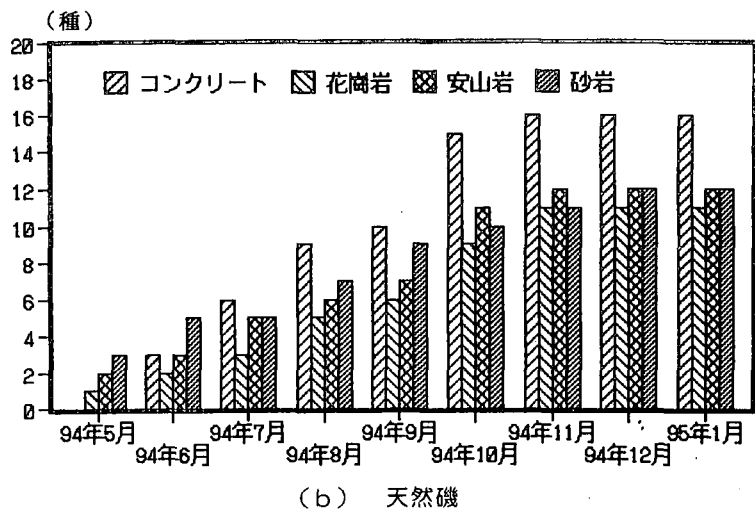
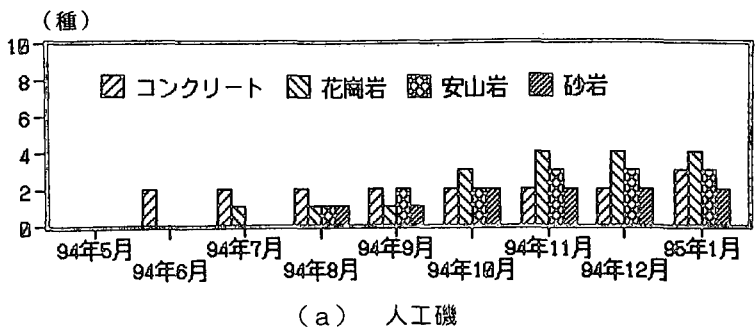


図-3 累計付着種数の変化

2ヵ月後にはすべての供試体に付着した。その後、94年11月までは時間の経過とともにいずれの供試体についても、その付着種数は増加する傾向を示している。しかし、94年12月と95年1月には、それぞれの供試体ごとにかなり変化しており、全体的には若干減少する傾向を示している。また、人工磯ですべての供試体に生物が付着するのは、設置後4ヵ月を経過した8月である。その後、94年11月までは、若干ではあるが増加する傾向を示しているものの、天然磯と同様に、12月と1月には若干減少している。これについては、アラレタマキビガイやヒザラガイなどのように、季節によってその生息場所を大きく変えるものがあることから、ほぼ中潮帯に設置されている供試体はその影響を受けるためと思われる。また、冬季のように温度が低下すると、動物の採餌活動が不活発となり、岩陰や窪みに隠れる時間が長くなることも影響しているようである。さらに、各月ごとにみると、天然磯に設置した供試体のうち付着生物種数をもっとも多いのは、1月を除いて、砂岩であり、花崗岩は、いずれの月も、もっとも少ない。

図-3(a)および(b)は、これまでに確認された付着動物の累計種数を示したもので、(a)図が人工磯、(b)図が天然磯のものである。これらによると、各供試体に付着した動物の累計種数は、天然磯ではコンクリートが16種、安山岩と砂岩が12種、花崗岩が11種と基質の違いによる影響が現れており、コンクリートにもっとも多く付着している。これは、コンクリートの表面が、そのほかの3つの供試体に比べて粗いことから、その表面に動物の餌となる藻類が付着し易いためと考えられる。一方、人工磯では、花崗岩が4種、コンクリートと安山岩が3種、砂岩が2種で、花崗岩がもっとも多くなっている。しかし、人工磯では全般的に種数が少なく、その差も1種ずつであり、基質による違いはほとんどみられないといえよう。

4. 2 代表的な生物の個体数

図-4は、各供試体に付着していた代表的な生物の個体数の季節変化を示したもので、(a)、(b)および(c)図はそれぞれ天然磯の供試体に付着していたベッコウカサガイ、アオガイ類およびイシダタミガイであり、(d)図は人工

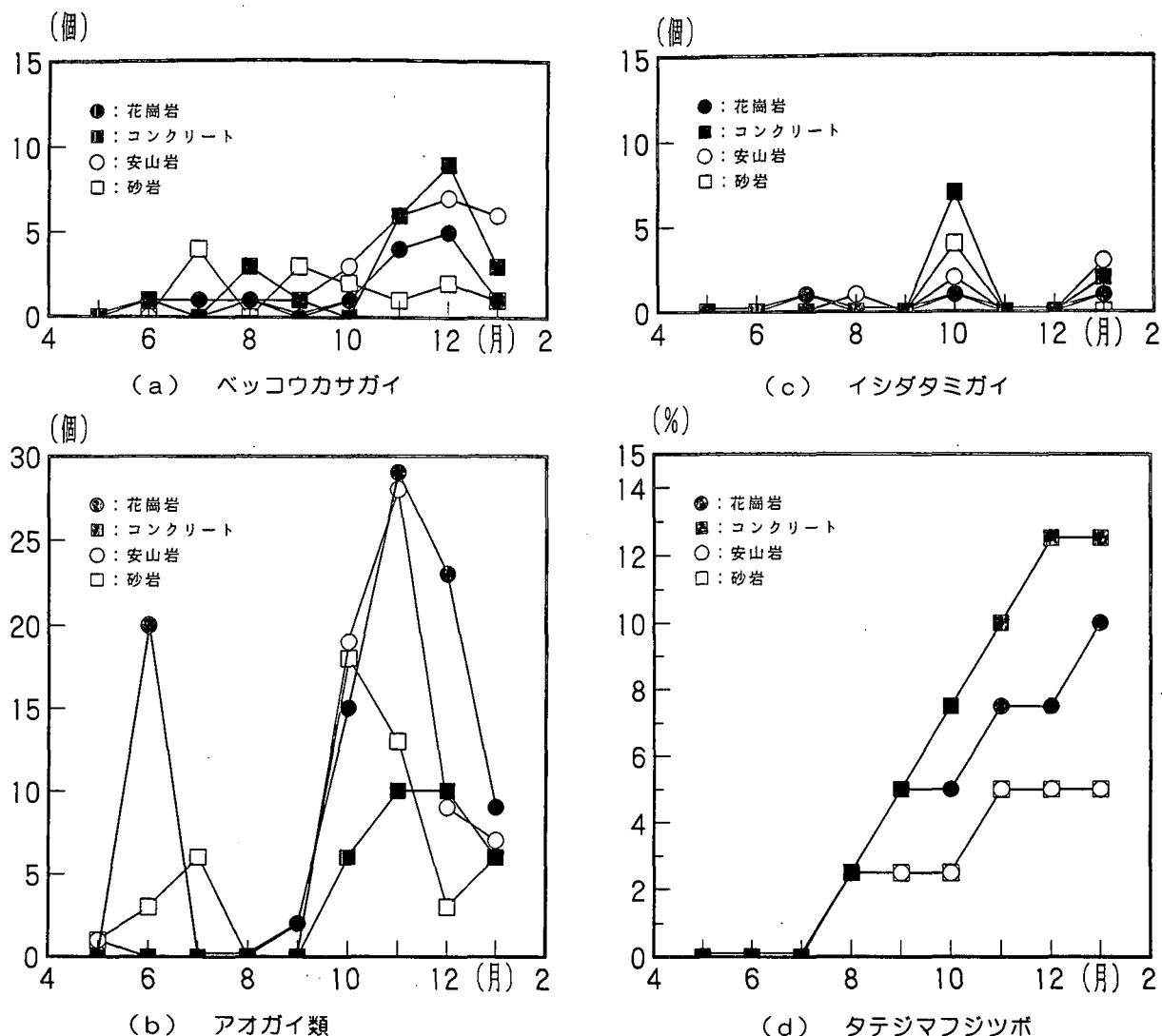


図-4 代表的な生物の個体数の季節変化

磯の供試体に付着していたタテジマフジツボについてのものである。なお、(a)、(b)および(c)図の縦軸は個体数を、(d)図の縦軸は被覆度である。

これらによると、(a)図のベッコウカサガイは、砂岩を除いた他の供試体では、12月に個体数をもっとも多くなっている。しかし、砂岩については12月になっても付着した個体数はあまり増加せず、他の供試体とは若干異なった傾向を示している。

(b)図のアオガイ類は、確認される個体数の増減の変化が非常に大きい。しかし、6月の花崗岩を除けば、夜間に調査を行った10月から1月までの個体数のほうが、日中の調査であった5月から9月までのものより多く確認されている。また、コンクリートは他の供試体に比べ付着個体数が少なくなっている。

(c)図のイシダミガイは、10月を除き、いずれの調査日も付着数は少ない。また、花崗岩と安山岩にはほぼ継続して付着しているが、確認された個体数は少ない。逆に、コンクリートと砂岩については、継続して付着していないが、確認されたときの個体数は多くなっている。

(d)図のタテジマフジツボは、7月の調査でコンクリートにはじめて付着が確認されている。それから徐々に増加しており、それを追いかけるように花崗岩、安山岩、砂岩と同じ割合で増加している。その被覆度の増大率については、コンクリートが13%でもっとも大きく、ついで花崗岩の10%、砂岩と安山岩が5%でもっとも小さい。

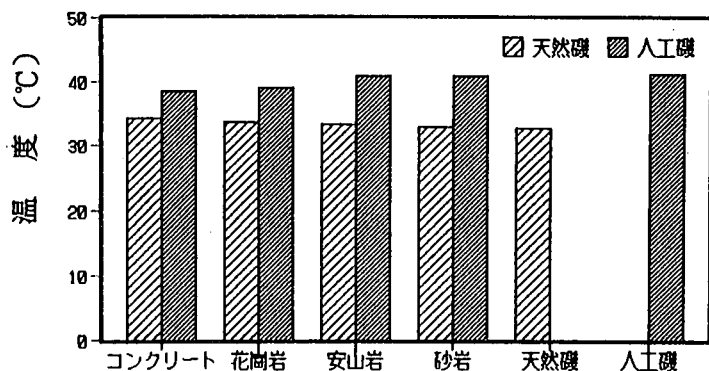
このように、供試体への付着個体数は生物の種類によって大きく異なることが明らかになったが、季節変化があるため基質の直接的な影響については明らかでない。

4. 3 供試体の設置条件の違いによる影響

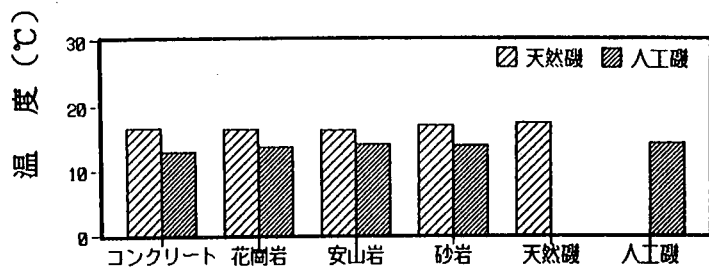
供試体の設置条件の違いによる影響については、図-3からもわかるように、天然磯では94年11月からは、いずれの供試体でも累計種数が10種以上になり、人工磯のものより非常に種数が多いことがわかる。また、累計種数は10月以降、いずれの磯でもほとんど変化していないが、10月までの増加の割合は天然磯のほうが著しい。コンクリートの供試体については、天然磯と人工磯の付着種数の差が95年1月に13種ともっとも大きくなっている。これらの原因としては、大別して2つの理由が考えられる。すなわち、まず、供試体を設置した二つの磯において、その周辺の生物相が当初から異なっていたことと、いまひとつはそれぞれの磯に設置した供試体のレベルの違いによるものである。前者は、天然磯ではさまざまな動物や海藻類が生息しているのに対し、人工磯では、その中でも造成後1年しか経過していない箇所に供試体を設置したため、供試体周辺も非常に単純な生物相となっている。このことは、人工磯ではほとんど確認されなかった巻貝やカサガイなど移動性の動物が、天然磯では多く見られることからわかる。後者については、人工磯に設置された供試体は、天然磯のものよりも27cm高い箇所に設置されていることから、海水からの露出時間に1~2時間の差が生じる。このことは、図-5に示した供試体の表面温度にもその差が現れている。すなわち、(a)図の8月のものは日中の調査であるため、人工磯に設置した供試体の表面温度が天然磯のものより高い。しかし、(b)図の11月のものは夜間の調査であるため、逆に人工磯のほうが低くなっている。したがって、人工磯のものは、気温や日照の影響を直接受ける時間が長くなるため、潮間帯に生息する生物の中でも、比較的その上部に生息し耐乾性を有する生物だけが付着しているようである。

5. 結 語

以上、著者は、親水性に富み、生物と共生できる人工磯浜を造成するためには、どのような造成素材が適しているのかを明らかにする目的で、人工磯と天然磯のそれぞれに基質の異なる四つの供試体を設置して、それらへの付着生物や周辺の水質について調査を行い、基質の違いが付着生物に与える影響を検討した。それらの結果を要約すると次のようである。



(a) 1994年8月



(b) 1994年11月

図-5 供試体の表面温度

1) 天然磯に設置した供試体には、コンクリートを除いて、設置後1ヵ月で生物が付着しはじめ、2ヵ月後にはすべての供試体に付着した。各月で付着生物種の数をもっとも多いものは、1月を除いて、砂岩であり、花崗岩は、いずれの月も、もっとも少ない。さらに、これまで付着が確認された種の累加数は、コンクリートが16種、砂岩と安山岩は12種、花崗岩は11種であり、基質の影響がみられる。

2) 人工磯のすべての供試体に生物が付着するのは、設置後4ヵ月を経過した8月である。また、これまで付着が確認された生物種の累加数は、いずれの供試体でも4種以下で少ないため、天然磯のものにみられるような基質の影響はほとんどみられない。

3) 人工磯の供試体に付着したタテジマフジツボの被覆度の増大率は、コンクリートが13%でもっとも大きく、ついで花崗岩の10%、砂岩と安山岩が5%でもっとも小さい。そのほかの生物については、季節変化があるため、基質の直接的な影響は明らかでない。

4) 同じ供試体でも天然磯のものの方が、人工磯のものよりも付着生物は多い。この原因には、それぞれの磯で、供試体の設置位置が異なるため、それによって生じる供試体の表面温度の違いの影響も考えられる。なお、水質については、天然磯でのpHとDOが、人工磯のものに比べて若干高くなる程度であり、水質の影響はあまりみられない。

以上のように、人工磯の造成素材の違いが付着生物に与える影響を、ある程度明らかにすることができたが、これらの調査結果は1年にも満たない短期間でのものであるため、今後も継続して調査を行い、それらの季節変化や経年変化についても検討する必要がある。

最後に、本研究に際し種々のご協力をいただいた大阪府港湾局および公園課の関係各位、ならびに調査や資料整理を熱心に手伝ってくれた運輸省港湾技術研究所の江口菜穂子、関西大学大学院の柄谷友香、大阪府土木部の川田勝彦、(株)鴻池組の北村一俊の諸君に深甚な謝意を表する。