

磯浜海岸の環境と生物相に関する調査研究

Field Investigation on Marine Environments and Their Organisms in Rocky Beach

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

Field survey was conducted in the two rocky beaches facing Osaka Bay. They are artificial-made lagoon and natural one. There is little difference in the water quality on these beaches, but the species and quantity of marine organisms in the natural rocky beach are more rich than those of artificial one.

Keywords : rocky beach , artificial lagoon , tide pool , marine organism

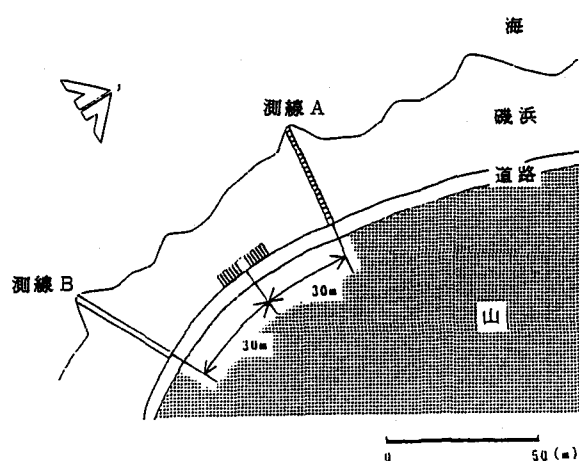
1. 緒 言

近年、わが国の海岸では人工海浜の造成事例が多くみられる。これは、人工海浜のもつ多様な機能が高く評価されてきたためであろう。しかしながら、その多くは海水浴場などとして利用される砂浜海岸であり、本格的な人工磯浜はあまりみられないようである。本来、磯浜は砂浜とは異なった生態系を構成し、そこでの生物種も一般に砂浜に比較すると豊富であるといわれている。

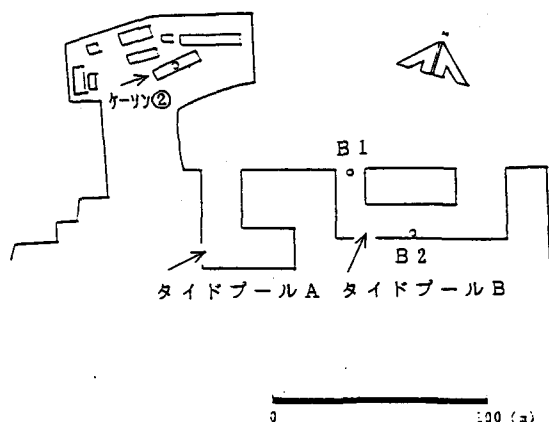
このようなことから著者らは、大阪湾沿岸の淡輪・箱作海岸に現在造成中の人工磯浜を対象として、無機環境と生息生物に関する定期的な現地調査を行ってきた。しかしながら、こうした人工磯浜の造成に際しては、自然磯での環境や生態系の詳細な実態を把握し、自然磯に見られるような生態系の復元を目ざすべきであろう。本論文では、人工磯と天然磯の現地調査をほぼ同じ時期に実施し、それらの結果を比較・検討したものである。

2. 調 査 方 法

現地調査は、1986年秋から淡輪・箱作海岸に造成中の人工磯とその南西約4kmの位置にある長松自然海浜の天然磯で行った。人工磯は、辺長が約1m程度の花崗岩の角石を空積みしたものであり、延長は現在のところ約300mである。一方、天然磯は、人工磯とはほぼ同じ海域にある和泉砂岩層の波食台地で形成された波食棚すべてが潮間帯におさまるものである。現地調査は、人工磯では1992年のものに引き続き1993年3月11日、5月27日、7月29日、



(a) 天然磯



(b) 人工磯

図-1 天然磯と人工磯の地形および水質の測定位置

* 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)
 ** 学生員 関西大学大学院工学研究科
 *** 関西大学工学部教養生物教室

9月18日、11月11日および1994年1月13日のほぼ2ヵ月ごとに6回、天然磯では1993年7月22日、10月16日および1994年1月31日の3回行った。しかし、天然磯と人工磯の比較に際しては、人工磯では93年7月29日（夏季）と94年1月13日（冬季）、天然磯では93年7月22日（夏季）と94年1月31日（冬季）のものをを用いた。調査内容は、大別すると無機環境調査と生物調査とに分けられる。無機環境調査のうち、天候、気温、湿度、風向および風速についてはそれぞれの磯浜背後の護岸上で、また、海水の水温、pH、塩分、DOについては図-1に示した調査地域内の各測点で、それぞれ1時間ごとに測定を行った。生物調査は、人工磯ではその中にある二つのタイドプール全域を調査対象とし、そこでの生物の種類と個体数または被覆率の平面分布を測定した。また、天然磯では、図-1に示した測線Aに沿って岸沖方向に1m四方のブロックを設け、そこでの生物の種類と個体数または被覆率を測定して、その岸沖方向の分布状況を調査した。

3. 天然磯と人工磯における水質の比較

図-2は、7月22日の天然磯と7月29日の人工磯における水質の時間変化を比較したものである。なお、天然磯と人工磯は場所的には直線距離で約4km離れており、調査日に1週間の違いがある。また、調査日の潮汐は天然磯では満潮から干潮の下げ潮、人工磯では干潮から満潮の上げ潮時にそれぞれ調査を行った。

(a)図の水温については、天然磯よりも人工磯のほうが一般的に高くなっている。これは、磯全体が波当たりの激しい天然磯と、天然磯に比べて波当たりの穏やかな人工磯とでは、海水交換の程度が異なるためであり、波当たりが穏やかな磯浜ほど日照の影響が大きく、水温は高くなるようである。

(b)図の塩分濃度については、天然磯のほうが人工磯より高くなっている。また、塩分濃度は人工磯では比較的变化が小さくほぼ一定であるが、天然磯では変化が激しく、かなりのばらつきがみられる。このばらつきの原因については明らかでないが、天然磯では下げ潮時に測定したため、測点が沖側に移動したことも一因と考えられる。

(c)図のpHについては、塩分濃度と同様に、天然磯のほうが人工磯より高くなっている。また、天然磯では水温の上昇とともにpHも上昇する傾向を示しているが、人工磯では各時間でのばらつきが大きく、そのような傾向はみられない。

(d)図のDOについては、pHや塩分濃度と同様に、天然磯のほうが人工磯より高くなっているが、人工磯のなかに設置されたケーソンではDOが高く、天然磯と変わらない値を示している。この原因については、天然磯では波当たりの激しい箇所測定を行っていることと、人工磯に比べて海藻類の種類および生息量が多く、光合成が活発に行われているためと思われる。また、人工磯内のケーソンについては、海藻類が人工磯の他のタイドプールに比べて多く生息しているため、DOが高くなったものと思われる。なお、これらの傾向は冬季の結果についてもほとんど同じであった。

表-1は、各磯における7月と1月の各測点におけるCODの平均値を示したものである。これによると、

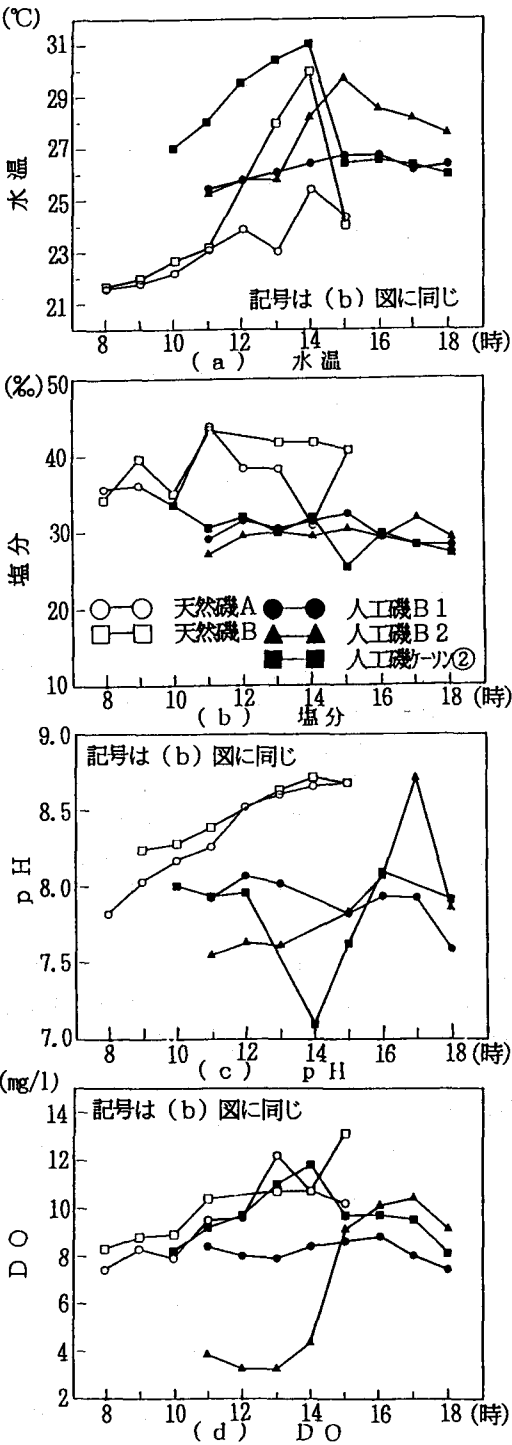


図-2 天然磯と人工磯における水質の比較

表-1 各磯におけるCOD (単位: ppm)

日時	'93.7.22	'93.7.29	'94.1.13	'94.1.31
場所	天然磯	人工磯	人工磯	天然磯
満潮時	1.53	1.50	1.35	1.62
干潮時	2.01	1.72	1.51	1.66

CODは季節にかかわらずいずれの磯でも満潮時より干潮時のほうが高い。また、干潮時には天然磯と人工磯に若干の差がみられ、天然磯のほうがやや高いが、いずれにしても2ppm以下で、かなり水質は良好である。

以上、天然磯と人工磯における水温・塩分・pH・DOを比較した結果、水温を除いて天然磯のほうがいずれも値は大きく、ばらつきも小さい。この後者の理由としては、天然磯では水質の測点が近いことやそれぞれの測点がよく似た地形条件をもつのに対し、人工磯ではタイドプールの出入口、奥部、ケーソンなどと、各測点で地形条件がかなり異なっているためであろう。また、CODについては、いずれの季節、満干時についても、人工磯のほうがむしろ低いことがわかった。

4. 天然磯と人工磯における

生物相の比較

4.1 生物種

表-2は、夏季および冬季に天然磯と人工磯で確認された生物種を示したものである。なお、◎は比較的多く生息が確認された生物、○は数は少ないが生息が確認された生物、空白はこれまでに行われたいずれかの調査で確認されたことはあるが、7月22日と29日および1月31日と13日に確認されなかった生物である。

これによると、それぞれ確認された生物種は、夏季には天然磯が39種類、人工磯が28種類、冬季には天然磯が30種類、人工磯が25種類と天然磯のほうが夏季で11種、冬季で5種多い。また、多く生息

表-2 天然磯と人工磯における生息生物の比較

分類	生物名	天然第1回 5-7-22	人工第6回 5-7-29	天然第3回 6-1-31	人工第9回 6-1-13
海綿動物	尋常海綿類	ダイダイソカイメン クロイソカイメン ムラサキカイメン ナミイソカイメン	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○
	合計	4種	2種	4種	2種
腔腸動物	イソギンチャク類	好ジギンソギンチャク ヨロイソギンチャク	◎ ◎	◎ ◎	◎ ◎
	合計	2種	1種	2種	0種
軟体動物	多板類	ヒザラガイ	◎	○	○
	腹足類	ベッコウカサガイ	○	○	○
		マツバガイ	◎	○	○
		ヨメガサガイ	○	○	○
		コガモガイ		○	○
		アオガイ類	◎	◎	◎
		カラマツガイ	○	◎	○
		キクスズメガイ			○
		シマメノウフネガイ		○	
		イシダタミガイ	◎	○	○
		コシダカガンガラ	○	◎	○
		クロツケガイ	○	○	○
		バテイラ		○	○
		エビスガイ	○	○	○
		タマキビガイ	◎	◎	◎
		アラレタマキビガイ	◎	◎	○
		レイシガイ	◎	○	○
		イボニシ	○	○	○
	後鰓類	トゲアメフラシ			
		アメフラシ			
		ツツレウミウシ			
	新腹足類	ムギガイ	○		
	斧足類	ムラサキガイ	○	○	○
		マガキ	○	◎	◎
	合計	23種	17種	15種	16種
節足動物	蔓脚類	イワフジツボ	◎	◎	◎
		アカフジツボ	○		○
		クロフジツボ	○	○	○
		タデジマフジツボ	○	○	○
		カメノテ	○		○
	多毛類	ヤッコカンザシ	○	○	
	等脚類	フナムシ	○	◎	
	甲殻類	オオギガニ			
		イソガニ	◎	◎	◎
		イソガニダマシ	○		○
		イシガニ	○	○	
		ユビナガホンヤドカリ	◎	◎	◎
	合計	12種	11種	7種	6種
棘皮動物	ウニ類	ムラサキウニ	○	○	
		バフンウニ	○		
	ナマコ類	ナマコ	○		
	ヒトデ類	イトマキヒトデ	○		○
		キヒトデ ヤツデヒトデ	○ ○	○ ○	
	合計	6種	5種	2種	1種
総合計	48種	39種	28種	30種	25種

○…生息していた生物

◎…多く生息していた生物

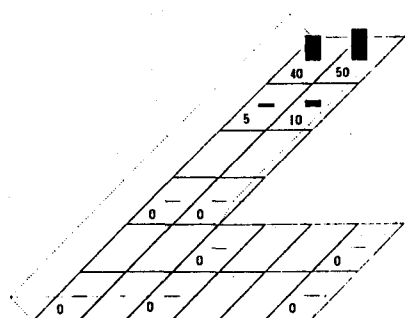
していた生物種数も、7月は天然磯で12種、人工磯では10種であるが、1月はいずれの磯でも5種で同じであった。さらに、個体数（種によっては被覆率）が多い種についても、表示はしていないが、天然磯のほうが多い。特に、天然磯ではウニ、ナマコおよびヒトデ類の棘皮動物がみられるが、人工磯ではほとんどみられない。また、海綿動物もこれとほぼ同様な傾向がみられる。一方、軟体動物、特に腹足類や節足動物はいずれの磯にも同じようにみられ、なかにはコシダカガンガラやフナムシのように人工磯のほうに多くみられるようなものもある。さらに、代表的な生物についてみると、多板類であるヒザラガイについては夏季にはいずれの磯でも確認されているが、個体数は天然磯のほうが多い。これは、ヒザラガイが岩の窪みを好んで生息するため、窪みの多い天然磯と地形が平坦な人工磯の微地形の違いによる影響が現れたものと思われる。カサガイ類については、アオガイはいずれの磯でも多く生息しているが、その他のカサガイ類は天然磯に多く生息するものと人工磯に多く生息するものとに分かれるようである。これは、同じカサガイ類でも天然磯のように波当たりが強く複雑な地形を好むものと、

人工磯のように波当たりが弱く比較的平坦な地形を好むものとに分かれるためであろう。巻貝類については、いずれの磯でも多く生息していることから、波当たりや微地形の影響はあまりないようである。そのほか、夏季の蔓脚類や海綿類については、天然磯では人工磯の2倍にあたる種類が確認されているが、これについても、天然磯が波当たりも強く複雑多様な地形をしているためであろう。

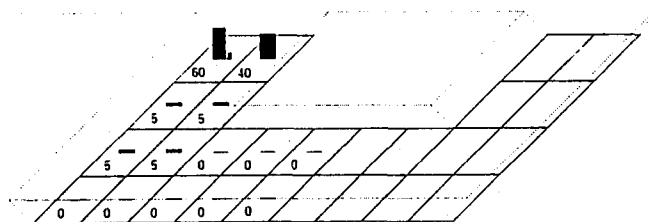
4. 2 生物分布

図-3は、人工磯の潮間帯における代表的な生息生物であるイワフジツボ、クロツケガイおよびカラマツガイの平面的な分布状況を示したものである。なお、調査日は7月29日であり、図中の数字は被覆率または個体数である。

これによると、(a)図のイワフジツボについては、タイドプールAおよびBのいずれも出入口付近に多くみられ、それより陸側へいくほどその被覆率は小さくなる傾向を示している。しかし、出入口付近よりやや陸側においても、波の飛沫が当たる岩などには生息していることから、イワフジツボは波の飛沫が当たるところに好んで生息することがわかる。また、タイドプールBの東側半分（図では右側）が埋め立てられる以前のU字型をしていた

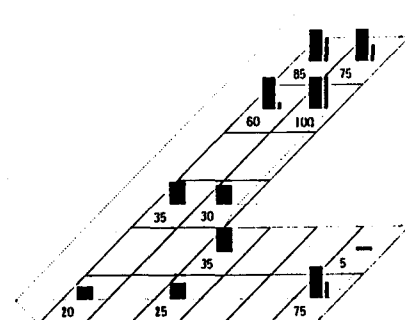


タイドプール A

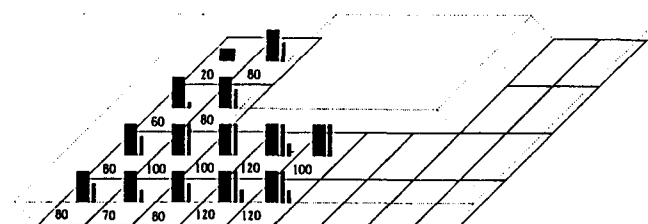


タイドプール B

(a) イワフジツボの平面分布（被覆率）

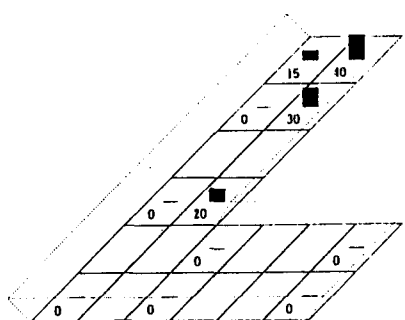


タイドプール A

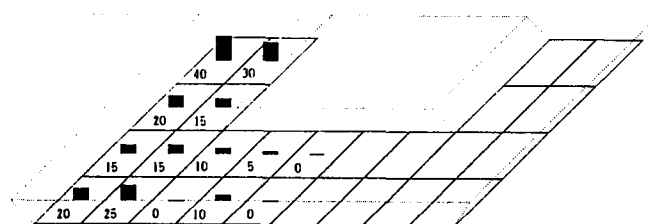


タイドプール B

(b) クロツケガイの平面分布（個体数）



タイドプール A



タイドプール B

(c) カラマツガイの平面分布（個体数）

図-3 人工磯内のタイドプールにおける代表的な生物の平面分布

とき（93年の5月と7月の間に埋め立て）には、タイドプールの中央部でもイワフジツボが確認されていたが、東側半分の埋め立て後には、その中央部ではほとんどみられなくなった。これは、一方の出入口が閉鎖されたことによって波当たりが弱く、海水の循環が悪くなったためと思われる。

(b)図のクロツケガイについては、タイドプールAおよびBのいずれもそれらの全域に生息している。これは、クロツケガイは干潮時には岩の隙間でじっとしているが、上げ潮になると活発に餌を求めて動くため、このように広く分布するものと思われる。また、タイドプールの出入口付近と奥部とでは、塩分濃度やD O、波当たりなどに若干の差はあるが、それにもかかわらず全域に分布している。このことは、クロツケガイが、こうした無機環境要因の影響を受けにくいことを示しているといえよう。

(c)図のカラマツガイについては、タイドプールAでは出入口付近に多く分布しているが、タイドプールBでは出入口付近にやや多くみられるものの、ほぼ全域に分布している。カラマツガイは、干潮時には岩の窪みなどのごく小さな潮だまりで多くみられることから、あまり乾燥しない岩かげや潮だまりなどを好んで生息するようである。また、9月の調査ではタイドプールBの出入口付近ではほとんど確認されていないなど、調査日によってかなり分布状況に違いがみられる。この原因については、季節変化によるものか、93年の産卵数あるいは生育数の違いによるものかは不明である。

図-4は、天然磯の測線Aにおける海浜断面形状とその測線に沿った岸沖方向の生物分布を種別ごとに示したものであり、調査日は7月22日である。

これによると、イワフジツボについては、海浜断面形状からもわかるように地形に段差があり、波当たりが強く、海水交換が活発に行われるところに多く生息するようである。すなわち、こうしたところは、固着した生活

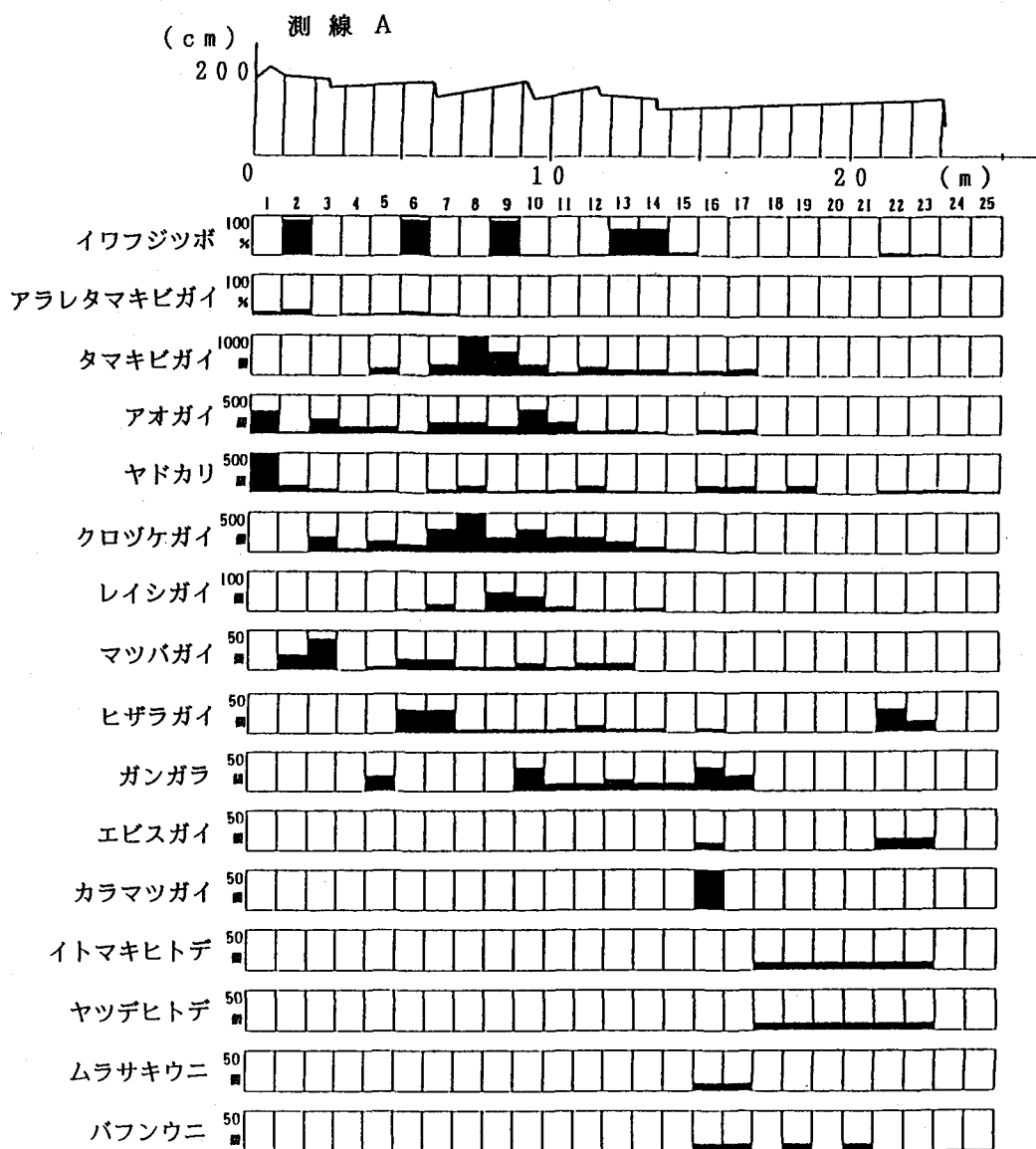


図-4 天然磯における生物の岸沖方向の分布（7月22日）

形態をとるイワフジツボにとって呼吸や餌の摂取に適しているものと考えられる。また、イワフジツボと良く似た分布状況を示すものとしては、ヒザラガイがある。

アラレタマキビガイについては、行動範囲は狭いものの移動性の生活形態をとるため、コンクリート護岸のかなり高い位置にまで生息が確認される。このことから、波当たりの強いところよりむしろ飛沫帯を好むようであり、階段や岩の隙間、岩表面の窪み部分などに集団で生息する傾向がある。また、かなり高い位置にまで生息する原因は、天然磯では波しぶきの影響が及ぶ潮間帯上部の飛沫帯の範囲がかなり広いためであろう。

タマキビガイについては、潮間帯の広い範囲にわたって生息しているが、特に磯浜のなかでも小石の多いところでは集団で確認される。また、タマキビガイと良く似た分布状況を示すものは、クロツケガイ、レイシガイなどがある。これらの生物は、大きな岩よりも小石や段差が多く存在するところを好むようであり、かつ付着藻類などの餌が豊富な場所を好むためと考えられる。

カサガイ類については、前述したタマキビガイやクロツケガイなどの巻貝類と生息範囲は酷似しているが、巻貝類より若干岸側に偏った分布状況を示している。さらに、カサガイ類は岩の表面にも多く生息していることから、その生態はイワフジツボのような固着型のものと巻貝類のような行動型のものの中間的なものと考えられる。

以上のように、天然磯の潮間帯では、波当たりの強さによる溶存酸素量の多さ、岩の割れ目や転石の陰など生息場所の豊富さ、さらにはそれに付着する海藻など、地形的にも無機環境の面においても生息場所として多様な好条件が揃っている。このため、天然磯では生息生物の種類および量のいずれも人工磯に比較して豊富であると考えられる。

5. 結 語

以上、ほぼ同じ海域にある淡輪・箱作海岸の人工磯と長松自然海浜の天然磯における環境、特に水質や生物相の比較を行ってきた。比較できる調査は、夏季と冬季のそれぞれ1回ずつであるうえ、調査日にも約1週間のずれがあったため、的確な結論を得るまでには至らなかった。しかし、天然磯が人工磯よりも生息生物の種数および量のいずれについても豊富であることは確認された。一方、水質については、両磯で顕著な違いはみられなかった。したがって、この生物相の違いについては、磯の微地形や基質の影響が大きいものと考えられる。すなわち、人工磯は、地形が平坦で基質も花崗岩であるのに対し、天然磯は沖側へ緩やかに傾斜した波食棚であり、そのなかに波食溝も発達し、生物にとって生息しやすい多様な環境条件を備えているためであろう。

今後は、水質のみならずこうした地形や基質と生物相との関係を明らかにし、人工磯浜海岸の造成計画に際しての有益な資料の収集に努め、その設計指針を確立していきたい。

最後に、本調査に際して、多大なご協力をいただいた大阪府港湾局はじめ関係各位に深甚な謝意を表するとともに、現地調査や資料整理に大いに助力してくれた現在、大阪府 安藤 大輔、兵庫県 竹中 修平、佐藤工業㈱ 津田 達也、東亜建設工業㈱ 塔筋 健の諸君をはじめ当時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) 鉄川 精・島田広昭・井上雅夫：人工磯浜の環境と生物分布に関する調査研究，海洋開発論文集，第9巻，pp. 397～402，1993.