

小型水中カメラを用いた直立構造物における 簡易的な付着生物調査方法の提案

A SUGGESTION OF SIMPLE RESEARCH METHOD FOR SESSILE ORGANISM ON UPRIGHT STRUCTURE BY UNDERWATER CAMERA

吉村直孝¹・上月康則²・三好順也³・村上仁士⁴・亀田大悟⁵

Naotaka YOSHIMURA, Yasunori KOZUKI, Junya MIYOSHI,

Hitoshi MURAKAMI and Daigo KAMEDA

- ¹学生会員 水産修 徳島大学大学院 工学研究科 (〒770-8560 徳島県徳島市南常三島町2-1)
²正会員 博(工) 徳島大学大学院 工学研究科 (〒770-8560 徳島県徳島市南常三島町2-1)
³学生会員 修(工) 徳島大学大学院 工学研究科 (〒770-8560 徳島県徳島市南常三島町2-1)
⁴フェロー 工博 徳島大学大学院 工学研究科 (〒770-8560 徳島県徳島市南常三島町2-1)
⁵ 修(工) 伊原工業株式会社 土木部 (〒799-0404 愛媛県四国中央市三島宮川4-2-18)

The purpose of this study is to examine the relationship between the distribution of sessile organisms and the environment of water quality, water depth and direction of upright structure, and to evaluate the effectiveness of this new research method with the use of an underwater camera as an observation equipment for sessile organisms in comparison with general methods. The research for sessile organisms was carried out at the upright structures in twenty-one ports and fishing ports in four prefectures (Tokushima, Hyogo, Osaka and Wakayama) around Osaka Bay in the summer of 2002. The results of our research showed the distribution of sessile organisms attributed to water quality, water depth, direction of upright structure, and that this research method for sessile organisms was more effective than general methods. With those results, we suggest that this simple research method for sessile organisms on upright structures is highly effective to carry out studies at many sites in large areas at low cost.

Key Words : *Sessile organism, Simple research method, Upright structure, Underwater camera*

1. はじめに

港湾及び漁港における直立構造物を対象とした付着生物調査については、水中において付着生物の種類の判別が可能な潜水士による目視観察、又は付着生物を定量採取し、室内に持ち帰った後、生物の種類を同定することが可能な技術者による詳細な分析を行うのが一般的である¹⁾。これらの付着生物調査を行うためには、多くの費用と時間を要することから、調査の目的に応じて、可能な限り、調査頻度、調査地点数、調査箇所数(水深帯)等を絞り込み、調査規模を縮小する場合がある。

しかしながら、直立構造物における付着生物の分布は、同一港湾内においても、調査時期、波浪、流速(潮通し)、基盤の種類、傾斜及び向き(日当たり)、水深帯、水質等、環境条件により異なることが知られている²⁾が、上述したように、費用等に制約があるため、限られた調

査地点及び箇所数のデータにより、付着生物の分布状況等を検討、評価しているのが実状である。

本研究では、陸上からのアクセスが可能な港湾及び漁港の護岸及び防波堤等の直立構造物において、小型水中カメラを用いて陸上から直立面の映像を撮影することにより、少ない費用と短い時間で付着生物の分布状況を確認するための多くのデータを取得できる簡易的な調査方法と評価方法を考案した。

ここでは、本調査方法により撮影した水中映像から画像を抽出し、付着生物の分布状況を読み取り、調査場所、直立面の方向、水深帯、水質等の環境条件との関連性について検討するとともに、付着生物が有する環境指標性について検討を行った。また、本調査方法の有効性を検討するため、調査に要する費用と時間、付着生物の判別精度と適用限界等について、従来の調査方法と比較を行った結果について報告する。

2. 調査内容及び方法

(1) 調査場所及び時期

調査場所は、徳島県、兵庫県、大阪府及び和歌山県の4府県、大阪湾及び紀伊水道の沿岸に位置する21の港湾及び漁港とした(表-1及び図-1)。調査地点は、各港湾及び漁港にあるコンクリート製の直立構造物とし、波浪等の環境条件を合わせるため、全て港内側の静穏域に位置する構造物とした。

調査時期は、2002年(平成14年)の夏季とし、9月21～23日(3日間)に現地調査を実施した。

表-1 調査場所一覧

地点番号	港湾名(地区名)又は漁港名	所在地
0	徳島小松島港(沖洲地区)	徳島県徳島市
1	由良港	兵庫県洲本市
2	洲本港	兵庫県洲本市
3	津名港	兵庫県津名郡津名町
4	淡路交流の翼港	兵庫県津名郡東浦町
5	岩屋港	兵庫県津名郡淡路町
6	明石港	兵庫県明石市
7	垂水漁港	兵庫県神戸市垂水区
8	神戸港(中突堤)	兵庫県神戸市中央区
9	神戸港(深江浜)	兵庫県神戸市東灘区
10	尼崎西宮芦屋港(尼崎港区)	兵庫県尼崎市
11	大阪港(北港北地区)	大阪府大阪市此花区
12	大阪港(南港地区)	大阪府大阪市住之江区
13	堺泉北港(堺地区)	大阪府堺市
14	堺泉北港(小松地区)	大阪府泉大津市
15	阪南港(地蔵浜地区)	大阪府岸和田市
16	佐野漁港	大阪府泉佐野市
17	淡輪漁港	大阪府泉南郡岬町
18	深日港	大阪府泉南郡岬町
19	加太港	和歌山県和歌山市
20	和歌山下津港(和歌山本港区)	和歌山県和歌山市



図-1 調査場所位置(徳島県を除く)

なお、徳島小松島港の沖洲地区(地点0)、由良港(地点1)及び神戸港の中突堤(地点8)では、直立面の方向による付着生物の分布状況の変化を検討するため、2方向の直立面の映像撮影を行った。そのため、21の調査場所で調査地点は合計24地点となり、水深帯別の撮影箇所は合計100箇所となった。

(2) 直立面の付着生物の撮影方法

直立構造物の天端から0.5m間隔で目印を付けたロープを直立面に沿って水中に下ろし、目印の1つが基準面に合うよう調整した後、小型水中カメラを下ろしてD.L. +2.0m(水面上)から50cm間隔でD.L. -2.0mまでの水深帯を対象に、直立面(約10cm×13cmの範囲)の付着生物の分布状況の映像を撮影し、得られた映像はビデオデッキを用いて録画した。なお、小型水中カメラは、株式会社キュー・アイ製の水中カラーTVカメラ(FM-4100)を使用した(図-2)。

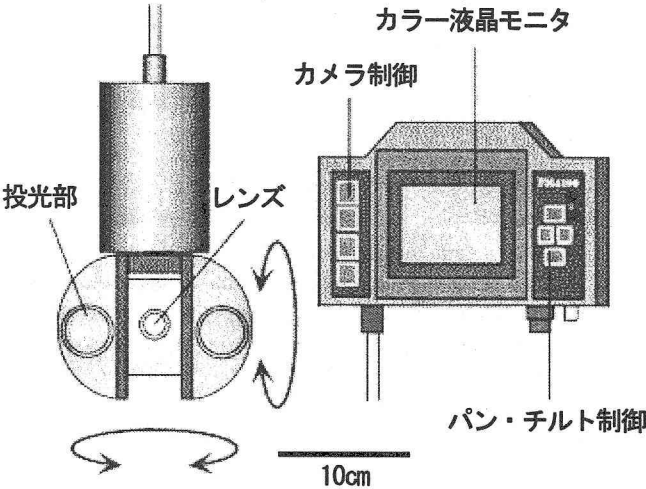


図-2 小型水中カメラ

(3) 付着生物の分布状況の読み取り

録画した映像から水深帯毎に直立面の画像を抽出し(図-3)、海藻及び付着動物の2つの生物群を対象に、可能な限り、種類(又は分類群)を判別するとともに、画像を20メッシュに区切り、5%単位で種類毎の投影被度(%)を記録した。また、コンクリートが露出している面を除いた範囲には付着生物(海藻又は付着動物の種類の判別ができないものを含む)が分布しているとなし、付着生物全体の投影被度として記録した。なお、直立面の画像に付着生物の分布がほとんど見られない箇所、突起物等が存在する箇所、基盤の材質がコンクリート以外の箇所は調査対象から除いた。

(4) 水質の機器測定

調査時の水質を確認するため、直立構造物の天端から多項目水質計を直立面に沿って水中に下ろし、海面下0.0m、0.5m、1.0m以降は1.0m間隔、海底付近(海底

面上約0.1m)の各水深帯において、水温、塩分、D O (溶存酸素)、pH (水素イオン濃度)及び濁度の機器測定を行うとともに、水深及び透明度の測定を実施した。また、調査時刻を記録し、調査場所毎に潮位を確認した。なお、水質の測定機器は、株式会社 堀場製作所製の多項目水質計 (U-10) を使用した。

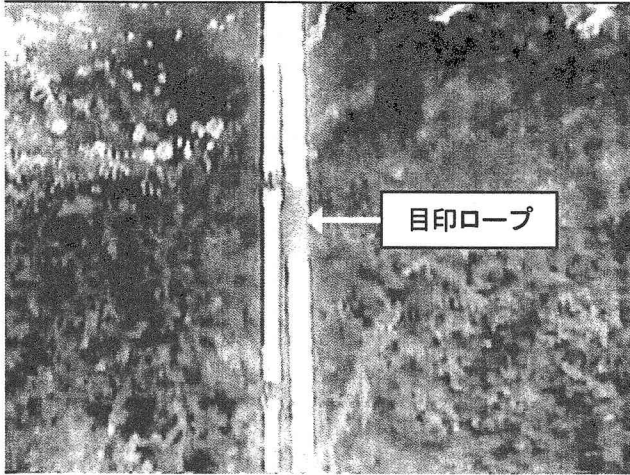


図-3 由良港におけるD.L. ±0.0mの画像

3. 調査結果

(1) 水中カメラによる付着生物の撮影

直立面の付着生物の分布状況を撮影し、生物群の確認ができた地点を表-2に示した。

全ての調査地点において直立面の撮影が行えた水深帯はD.L. +1.0mであった。これに次いで多かったのは、D.L. ±0.0mの19地点であった。これに対して、D.L. +2.0mでは付着生物の分布がほとんど見られず、-1.5m及び-2.0mでは表面に凹凸がある箇所、材質が異なる箇所が多く、これら3水深帯については数地点のみであった。そのため、これ以降では、主にD.L. +1.0m及び±0.0mの2水深帯を中心に検討を行うこととした。

(2) 付着生物の出現種類

直立面の画像から確認できた付着生物の出現種類の一覧を表-3に示した。付着生物の分類名及び種類の配列は最近の体系²⁾に従った。全調査地点の画像から確認できた付着生物の種類数は、海藻7種類(紅藻綱3種類、アオサ藻綱3種類、他1種類)、付着動物15種類(軟体動物門7種類、脊索動物門4種類、他4種類)、合計22種類であった。これら22種類の付着生物のうち、外部形態の特徴から種名まで判別できたものは、海藻2種(藻場構成種のカジメ、他1種)、付着動物5種(過栄養域の指標生物³⁾であるムラサキイガイ、他4種)、合計7種であった。

(3) 付着生物の分布状況

直立面の画像から読み取った調査地点毎の海藻及び付着動物、並びに付着生物全体の投影被度を図-4に示した。

表-2 映像撮影結果

調査地点	方向	潮位	D.L.水深(m)					
			+1.5	+1.0	+0.5	0.0	-0.5	-1.0
0 徳島	SW	+0.75		●		●		
	W			●		●		
1 由良	S	+0.50		●		●		
	NE			●		●		
2 洲本	SE	+0.65		●		●		●
3 津名	NW	+0.75		●		●		●
4 淡路	NW	+1.00		●				●
5 岩屋	N	+0.85		●				●
6 明石	S	+0.95		●	●	●	●	●
7 垂水	W	+1.05		●	●	●	●	●
8 神戸(中)	S	+0.85	●	●	●	●		
	E		●	●	●	●		
9 神戸(東)	W	+0.55	●	●	●	●	●	●
10 尼崎	W	+0.60		●	●	●	●	
11 大阪(北)	SW	+0.70	●	●	●			
12 大阪(南)	N	+0.85	●	●	●	●	●	●
13 堺(北)	N	+1.00	●	●	●			
14 堺(南)	W	+1.05	●	●				
15 阪南	NW	+0.75	●	●	●	●	●	●
16 佐野	SW	+0.65	●	●	●	●	●	●
17 淡輪	N	+0.65	●	●	●	●	●	●
18 深日	NW	+0.80	●	●	●	●	●	
19 加太	W	+1.00	●	●	●	●	●	●
20 和歌山	S	+1.45	●	●	●	●	●	
調査地点数			13	24	15	19	11	12

※ 表中の●印は撮影した箇所を示す

表-3 付着生物の出現種類一覧

番号	分類			種類名
	門	綱	目	
1	紅色植物	紅藻	サンゴモ	サンゴモ目
2			スギノリ	ツノマタ属
3	不等毛植物	褐藻	—	紅藻綱
4			コンブ	カジメ
5	緑藻植物	アオサ藻	アオサ	アオサ属
6			イワツタ	ミル
7			—	アオサ藻綱
8	海綿動物	普通海綿	—	普通海綿綱
9	刺胞動物	花虫	イソギンチャク	イソギンチャク目
10	軟体動物	ヒザラガイ	ヒザラガイ	ヒザラガイ目
11			オキナエビス	ツタノハガイ亜目
12			バイ	イボニシ
13		ニマイガイ	イガイ	ムラサキイガイ
14			—	ミドリイガイ
15			カキ	ケガキ
16	環形動物	多毛	ケヤリ	イタボガキ科
17			—	カンザシゴカイ科
18			フジツボ	フジツボ下目
19		ホヤ	マメボヤ	ユウレイボヤ属
20			マボヤ	シロボヤ
21			—	ホヤ綱(単体性)
22	脊索動物	—	—	ホヤ綱(群体性)

水深帯別に見ると、各水深帯とも、付着生物全体の投影被度は概ね70%を超えていたが、潮下帯最上部であるD.L. ±0.0mに比べると、潮間帯であるD.L. +1.0mでは海藻の分布が少なく、全体被度もやや低い傾向が見られた。一方、調査地点別に見ると、神戸港(地点8)から堺泉北港(地点14)までの大阪湾奥部では、海藻の分布が少ないのに対して、付着動物の分布がやや多い傾向が見られ、その中でもイソギンチャク目の分布が目立っていた。

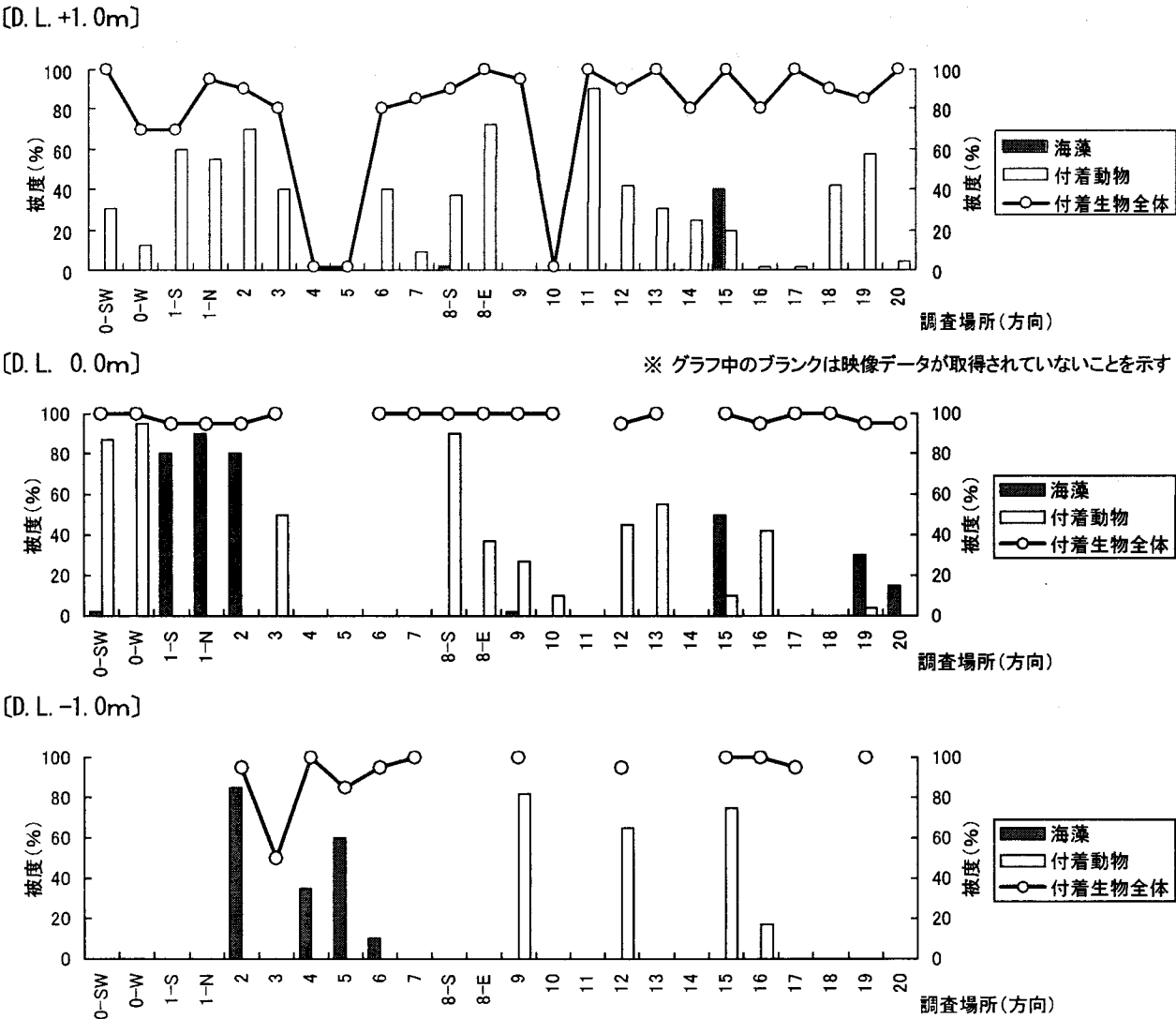


図-4 調査場所別の付着生物（海藻及び付着動物）の投影被度

表-4 水質測定時の潮位・水深・透明度及び塩分・DO測定結果と環境基準の類型指定

調査地点	基準面からの 潮位(m)	海面からの 水深(m)	透明度 (m)	塩分(－)						DO(mg/L)					環境基準 類型指定
				海面からの水深(m)						海面からの水深(m)					
				0.0	0.5	1.0	2.0	海底	0.0	0.5	1.0	2.0	海底		
0 徳島	+0.75	4.8	2.5	28.3	30.0	30.7	31.3	31.7	6.3	6.3	6.2	5.1	5.1	B	
1 由良	+0.50	5.8	>5.8	33.5	33.5	33.5	33.6	33.6	7.6	7.4	7.4	7.4	6.5	A	
2 洲本	+0.65	4.2	>4.2	33.3	33.3	33.4	33.4	33.5	7.5	7.3	7.0	7.4	6.4	C	
3 津名	+0.75	3.0	>3.0	33.3	33.4	33.4	33.4	33.4	7.3	7.3	7.4	6.5	6.5	C	
4 淡路	+1.00	9.0	6.5	33.3	33.4	33.4	33.4	33.5	7.3	6.9	6.6	6.8	5.5	A	
5 岩屋	+0.85	5.2	3.3	33.4	33.4	33.5	33.5	33.5	7.1	6.8	6.6	7.0	6.4	A	
6 明石	+0.95	7.0	2.8	33.4	33.4	33.4	33.4	33.5	7.1	6.7	6.6	6.4	5.8	C	
7 垂水	+1.05	7.1	3.3	33.3	33.3	33.3	33.4	33.4	6.4	5.9	5.9	5.6	5.2	A	
8 神戸(中)	+0.85	9.6	2.3	32.6	32.6	32.6	32.7	32.7	6.8	6.6	6.6	6.3	5.8	C	
9 神戸(東)	+0.55	6.0	2.3	31.9	31.9	32.0	32.0	32.5	7.8	7.1	6.4	5.7	1.5	C	
10 尼崎	+0.60	4.5	1.7	32.6	32.9	33.0	33.1	33.2	1.5	0.7	0.4	0.2	0.0	C	
11 大阪(北)	+0.70	9.5	2.0	29.8	29.9	30.1	30.5	33.0	7.4	6.9	6.2	5.0	2.5	C	
12 大阪(南)	+0.85	6.0	2.1	28.0	28.1	28.1	28.2	32.8	8.1	7.6	7.1	5.3	0.5	C	
13 堺(北)	+1.00	3.5	1.9	31.8	31.8	31.8	31.9	31.9	5.0	4.7	3.9	3.7	3.4	C	
14 堺(南)	+1.05	5.0	2.5	32.8	32.8	32.9	33.0	33.3	6.2	5.7	5.6	4.7	4.5	C	
15 阪南	+0.75	5.0	3.3	33.2	33.2	33.3	33.3	33.4	7.9	7.4	6.8	6.7	3.9	C	
16 佐野	+0.65	3.5	>3.5	32.2	32.3	32.3	32.7	33.2	7.0	6.7	6.7	5.7	4.6	A	
17 淡輪	+0.65	2.9	>2.9	33.5	33.6	33.6	33.6	33.6	6.9	6.8	6.6	6.4	6.0	A	
18 深日	+0.80	3.3	2.6	33.1	33.3	33.6	33.6	33.6	5.6	5.5	5.6	5.6	5.2	C	
19 加太	+1.00	3.6	3.1	34.0	34.0	34.1	34.1	34.1	7.9	7.7	7.6	7.4	6.8	A	
20 和歌山	+1.45	4.8	4.3	31.3	32.5	32.5	32.9	33.8	6.4	6.3	6.0	5.9	5.3	C	

※ 環境基準の類型指定は生活環境の保全に関する項目によるもの

(4) 水質

水質測定時の潮位・水深・透明度及び塩分・DO測定結果と環境基準の類型指定⁴⁾を表-4に示した。水温は24.6~26.4℃、塩分は28.0~34.1、DOは0.0~8.1mg/L、pHは7.7~8.2の範囲を示した。淀川等の都市河川の河口に近い調査場所は、表層では低塩分の傾向が見られたが、海底付近では全ての調査場所で31以上を示した。また、神戸港から堺泉北港までの大阪湾奥部（特に調査場所9~12）では、海底付近の貧酸素化が確認された。

4. 考察

(1) 付着生物から見た調査地点の関係

付着生物群集の類似性から調査地点の関係を検討するため、クラスター分析を行った（図-5）。類似度指数は $C\pi$ （重複度）⁵⁾を使用し、UPGMA法（群平均法）にてデンドログラム（樹状図）を作成した。なお、 $C\pi$ は0~1の範囲を取り、1に近い程、地点間の類似性が高く、0に近い程、地点間の類似性が低いことを示す指数である。また、類似度指数の算出は、種類別の投影被度データを使用し、5%未満の場合は2%とした。

$C\pi$ が0.6を超える類似性をグループ分けの基準にした場合、複数の調査地点で構成される群は、潮間帯であるD.L. +1.0mでは4群、潮下帯最上部であるD.L. ±0.0mでは3群がそれぞれ形成された。

D.L. +1.0mにおけるA群は、神戸港（地点8）及び

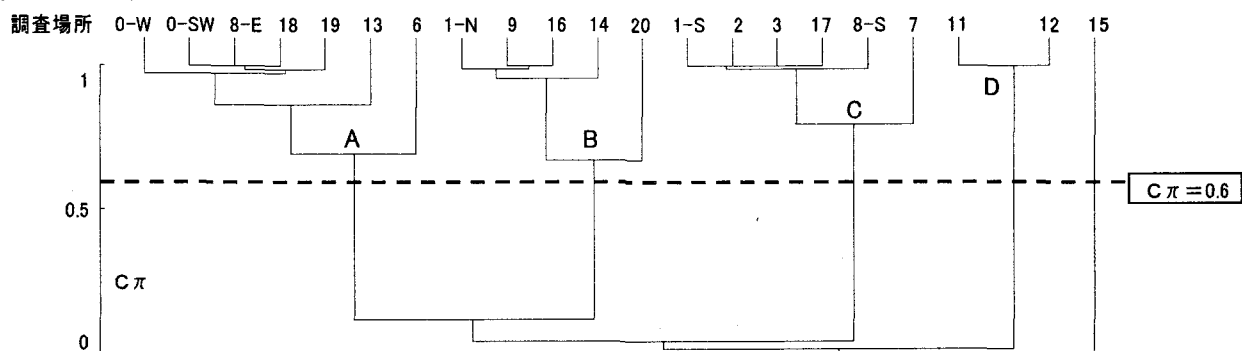
堺泉北港（地点13）を除き、海峡付近又は紀伊水道に位置する港湾で構成され、イタボガキ科の分布で特徴付けられた。B群は、海峡付近又は紀伊水道に位置する2港湾の他に、神戸及び堺泉北港、関西国際空港の対岸にある佐野漁港で構成され、フジツボ下目の分布で特徴付けられた。C群は、神戸港を除き、淡路島の3港湾、海峡付近に位置する2漁港で構成され、貧栄養域の指標生物³⁾であるケガキの分布で特徴付けられた。D群は、大阪湾奥部の2港湾で構成され、過栄養域の指標生物³⁾であるムラサキイガイの分布で特徴付けられた。なお、由良港（地点1）及び神戸港の中突堤（地点8）では、直立面の方向により付着生物の分布状況が異なっていたようであるが、このことについては後出の(3)で述べる。

D.L. ±0.0mにおけるE群は大阪湾奥部の3港湾と都市河川の河口に位置する徳島小松島港で構成され、イソギンチャク目の分布で特徴付けられた。F群は淡路島の2港湾で構成され、藻場構成種のカジメの分布で特徴付けられた。G群は和歌山県の2港湾で構成され、紅藻綱の分布で特徴付けられた。

(2) 水質と付着生物の分布状況

前項の検討結果を見ると、貧栄養域の指標生物³⁾であるケガキ、藻場構成種のカジメ及び紅藻綱で特徴付けられたC群、F群及びG群は海域環境が比較的良好と考えられ、淡路島又は海峡付近の調査場所で構成されていた。一方、過栄養域の指標生物³⁾であるムラサキイガイ、

[D.L. +1.0m]



[D.L. 0.0m]

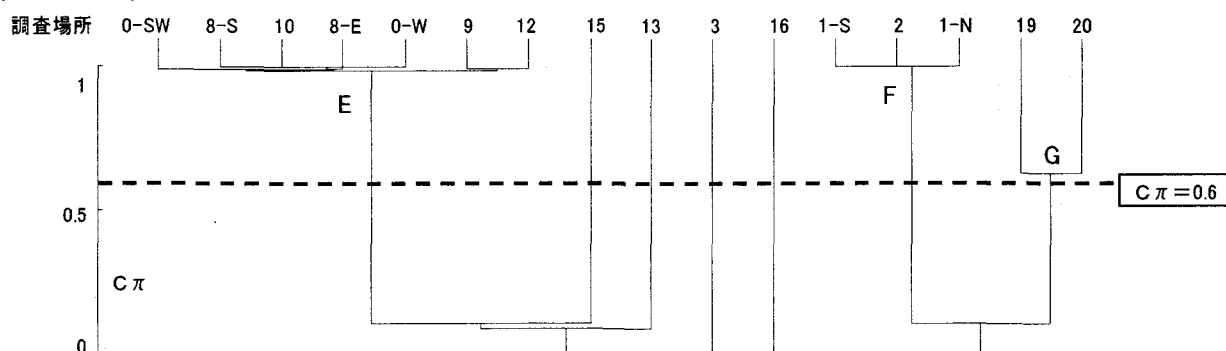


図-5 調査地点別の付着生物群集の類似性（デンドログラム）

イソギンチャク目で特徴付けられたD及びE群は海域環境が良好ではないと考えられ、大阪湾奥部又は都市河川の河口付近の調査場所で構成されていた。

水生動物の生息にとって極めて重要なDOの測定結果（表-4）を見ると、大阪湾奥部に位置する神戸港（深江浜）から大阪港（南港地区）にかけては海底付近のDOが非常に少ない状況となっていた。これらのことから、夏季の直立構造物における付着生物の分布状況は、水質（特にDO）との関連性が強いと考えられ、ケガキ及ムラサキガイ等の指標生物の分布状況からも追認することができた。また、環境基準のA類型に指定されている調査地点では藻場構成種であるカジメが見られ、C類型に指定されている大阪湾奥部ではイソギンチャク目が多く見られたことから、これら生物の分布は水質との関連性が強いと考えられ、海域環境の指標となり得るものと推測された。

(3) 直立面の方向と付着生物の分布状況

徳島小松島港（地点0）、由良港（地点1）及び神戸港の中突堤（地点8）の3地点で直立面の方向別に調査を行った結果（表-5）、潮間帯であるD.L. +1.0mでは付着生物の分布状況が異なっており、特に地点1及び8では大きく異なっていた（図-5）。表-5より、地点1及び8の南面ではケガキが多いが、別方向の直立面ではフジツボ下目又はイタボガキ科が多いことが分かる。しかしながら、潮下帯最上部であるD.L. ±0.0mでは、各調査地点とも、直立面の方向に関係なく、付着生物の分布状況はよく類似していた。

本調査では地点が限られており、波浪等の影響も検討できていない。また、付着生物の調査方法について検討された事例が見当たらないため、これ以上の考察を深めることは困難であるが、本調査結果からは環境指標として付着生物を扱う場合には、調査対象とする水深帯は付着面の方向の影響を受けにくい潮下帯が好ましいことが示唆された。

表-5 同一の調査場所における直立面の方向別の付着生物の投影被度（%）

区分		調査地点		0:徳島		1:由良		8:神戸	
		方向		SW	W	S	N	S	E
D.L. +1.0m	海藻	アオサ属						+	
	付着動物	イボニシ							+
		ケガキ				60	5	35	
		イタボガキ科		30	10				70
		フジツボ下目			+		50	+	
		付着生物全体		100	70	70	95	90	100
D.L. 0.0m	確認種類数		1	2	1	2	3	2	
	海藻	サンゴモ目				60	70		
		カジメ				20	20		
	付着動物	アオサ藻綱		+					
		普通海綿綱		5					
		イソギンチャク目		80	95			90	35
		ムラサキガイ		+					
		シロボヤ							+
		付着生物全体		100	100	95	95	100	100
	確認種類数		4	1	2	2	1	2	

※ 表中の「+」は投影被度5%未満を示す

(4) 本調査方法の利点及び欠点

本調査の実施内容を踏まえ、同一港湾区域（静穏域）内の水深5mの構造物を想定した場合の一般的な調査方法⁶⁾と本調査方法の1日当たりの比較を行った（表-6）。一般的な調査方法は、潜水土により付着生物の連続観察と定量採取を行い、詳細な分析を行うものである⁶⁾。

1日当たりの作業内容を見ると、一般的な方法は、潜水作業のため、作業員だけでなく、潜水土及び警戒員、船舶が必要となり、地点数も5.9地点とやや少ないが、様々な構造物を調査対象にでき、精度の高い定量データが取得できる（地点0では1m枠で84種類を確認）。

一方、本方法では、陸上からのアクセスが困難な場所、石積み及び消波ブロック等の傾斜構造物等は調査が困難であり、データの精度が低く（地点0では6種類であり、一般的な方法の優占種の確認までの精度と考えられる）、被度及び個体サイズ以外の生物量データの取得が難しいといった欠点があるが、スケールを画面に入れて生物の個体サイズを把握し、その後に定量採取を行うことで現存量への換算は可能と考えられる。また、陸上作業であるため、長距離の移動が可能だけでなく、地点数は7地点とやや多く、潜水土及び警戒員、船舶及び分析費が不要となり、コストも5分の1程度で実施できる。

以上のことから、本調査方法は少ない費用で多くの調査地点において主な付着生物の分布状況のデータを取得できる点が大きな特徴と考えられた。

表-6 一般的な調査方法と本調査方法の比較

項目	一般的な調査方法	本調査方法
作業時間	6.0時間	6.0時間
調査地点数	5.9地点	7.0地点
調査船	1.0隻日	不要
警戒船	1.0隻日	不要
作業員	3.0人日	3.0人日
潜水土	2.0人日	不要
警戒員	1.0人日	不要
分析試験	5.9検体	不要
その他	連続観察結果の整理	画像抽出・読み取り
地点0での事例	84種類(優占種7種)	6種類

※ 地点0はDL+1~0m、優占種は湿重量10g/m²以上の種類とした

参考文献

1) 付着生物研究会編：付着生物研究法（種類査定・調査法），恒星社厚生閣，1986。
2) 八杉龍一・小関治男・古谷雅樹・日高敏隆編：岩波生物学辞典（第4版），岩波書店，1996。
3) 吉田多摩夫編：漁業環境アセスメント（水産学シリーズ48），恒星社厚生閣，1983。
4) 環境省水環境部監修：瀬戸内海の環境保全（資料集），瀬戸内海環境保全協会，2003。
5) Kimoto, S. : Some quantitative analysis on the Chrysomelid fauna of the Ryukyu Archipelago, *Esakia*, 6, 27-54, 1967。
6) 国土交通省港湾局監修：港湾土木請負工事積算基準（平成16年度改訂版），日本港湾協会，2004。