

港湾技研資料

TECHNICAL NOTE OF
THE PORT AND HARBOUR RESEARCH INSTITUTE
MINISTRY OF TRANSPORT, JAPAN

No. 881 Dec. 1997

ブロック式構造物への海洋生物の着生実験と
その着生条件について

浅	井		正
小	笹	博	昭
村	上	和	男

運輸省港湾技術研究所



目次

要 旨	3
1. はじめに	4
2. 調査地点および調査の方法	4
2.1 調査地点の概要	4
2.2 試験礁の概要	5
2.3 調査方法および調査期間	5
3. 調査結果と検討	6
3.1 各港湾における生物相の特徴	6
3.2 試験礁の設置条件が付着生物相に与える効果	6
3.3 付着生物相の遷移と安定について	11
3.4 試験礁の形式による付着生物相の変化	15
3.5 坪刈り調査による定量的な検討	20
4. おわりに	24
謝 辞	24
参考文献	24
Appendix	25
a. 1 各港湾における付着生物相の特徴の整理	25
a. 2 各港湾における坪刈り調査による定量的な検討	40

Field experiment of accommodation of marine organisms onto concrete blocks

Tadashi ASAI*

Hiroaki OZASA**

Kazuo MURAKAMI***

Synopsis

It is often reported seaweed grow and fishes gather around concrete port structures. Typical example was found at the mild slope type revetment of Kansai International Airport. The authors considered that these situations are better from the ecological viewpoint and techniques for accommodation of more organisms should be studied.

Concrete blocks having various wall properties (uneven surfaces, ferrous sulfate coated surface etc.) were set on port structures. Changes of species and quantity of marine organisms (sessile animals, mobile animals and seaweed) which appeared on the concrete block surface were studied. In case of uneven surface (depth of unevenness is 5 cm) and ferrous sulfate coated surface, more seaweed and animals were found for the duration of about half a year after the set of concrete blocks. Quantity and number of species of both seaweed and animals were almost constant since 1.5 years after the set of concrete blocks.

Key words : Attached animal, Seaweed

* Chief of Technological Development Division, Niigata Investigation and Design Office, The First District Port Construction Bureau (ex-Researcher of Environmental Assessment Laboratory, Marine Environment Division)

** Director, Marine Environment Division

Address: Nagase 3-1-1, Yokosuka, Japan 239

Tel: +81-468-44-5015, Fax: +81-468-41-9812, e-mail: ozasa@cc.phri.go.jp

*** Director of the Special Research (Environmental Issues)

ブロック式構造物への海洋生物の着生実験と その着生条件について

浅井 正 ・
小笹博昭 **
村上和男 ***

要 旨

大阪湾内に開港された関西国際空港の緩傾斜護岸に多くの海藻が着生し、その周りに多くの魚が蟄集しているとの報告があった。このように港湾構造物の設置によって海域に生物や魚類が多く生息するようになることは、その海域が生物・魚類にとって望ましい生態系になったことを意味している。とくに、ブロック式の構造物や捨石を用いて緩傾斜式の構造物を設置した場合には、藻場の形成や一種の漁礁としての効果があるといわれている。しかし、その効果や構造物を設置した場合の構造物上の付着生物の生態系の変遷についてはあまり知見が得られていない。また、一般的にはコンクリート構造物の基質が平坦であるよりも、構造物の表面に様々な加工を施した場合の方が生物が付着しやすいと言われているが、現地における実証的な知見はあまり得られていない。

このような観点から、各地の港湾において種々のブロック式構造物を試験的に設置して、着生する付着生物の調査を実施し、構造物の設置による生物の遷移について検討を行った。構造物上の生物の付着状況については、自然海岸や既設構造物上の生物相と比較・検討を行い、表面基質に加工を行った場合の変化についても整理した。

-
- * 第一港湾建設局新潟調査設計事務所技術開発課長
(前港湾技術研究所海洋環境部環境評価研究室研究官)
 - ** 港湾技術研究所海洋環境部長
〒239 横須賀市長瀬3-1-1
Tel:0468-44-5015, Fax:0468-41-9812, e-mail:ozasa@cc.phri.go.jp
 - *** 港湾技術研究所特別研究官(環境担当)

1. はじめに

運輸省港湾局（1994）では、生物と共生する港湾の形成をめざして、「エコポート」という港湾環境政策を発表した。これは、持続可能な開発と環境保全の立場から、また豊かな自然環境を考慮した港の立場から、今後の港湾開発を進めようとするものである。

平成6年9月に大阪湾内に開港された関西国際空港の緩傾斜護岸に多くの海藻が着生し、その周りに多くの魚が蟄集しているとの報告(森ら 1991)があった。このように港湾構造物の設置によって海域に生物や魚類が多く生息するようになることは、その海域が生物・魚類にとって望ましい生態系になったことを意味している。とくに、ブロック式の構造物や捨石を用いて緩傾斜式の構造物を設置した場合には、藻場の形成や一種の漁礁としての効果があるといわれている。ただし、その効果や構造物を設置した場合の構造物上の付着生物の生態系の変遷についてはあまり知見が得られていない。

港湾構造物への生物付着が、海域の水質環境に及ぼす意味として、次に示すようなものがあげられる。海藻類等の植物は、窒素・リン等の栄養塩を海水中から体内に固定すると同時に、光合成作用によって酸素を生成し、海水中の溶存酸素濃度を高める働きがある。また、ムラサキガイ等の濾過食性動物は、呼吸によって海水と同時に懸濁物を濾過摂取し、一部を体内に同化し、一部を排泄する。また海藻群落は、魚介類にとっては餌料の提供の場、外敵からの隠れ場所となりうるので、そこに多くの魚介類が蟄集する。

上記のような観点から、各地の港湾において種々のブロック式構造物を試験的に設置して、着生する付着生物の調査を実施し、海洋生物の着生に対して最も有効となる構造物の基質や構造形式について考察した。

2. 調査地点および調査の方法

表-2.1 調査対象地点の一覧

調査地点	試験礁 設置時期	試験礁の種類			
		溝	筋	突起	薬剤
新潟西海岸	1993年8月				○
小名浜港	1993年8月	○	○		○
鳥取港	1993年7月		○	○	○
和歌山港	1993年8月			○	○
松山港	1993年12月				○
須崎港	1994年7月	○	○		○
三田尻中関港	1994年8月	○	○	○	○
苅田港	1993年8月	○	○	○	○

2.1 調査地点の概要

表-2.1は、調査対象とした地点の一覧を示している。調査対象とした港湾等新潟西海岸、小名浜港、鳥取港、和歌山港、須崎港、松山港、三田尻中関港、苅田港の8地点である。このうち、太平洋側に面している地点は小名浜港、和歌山港、須崎港の3地点であり、日本海側の調査地点として新潟西海岸と鳥取港の2地点がある。残る松山港、三田尻中関港、苅田港の3地点は瀬戸内海に面している。

松山港を除く瀬戸内海の港湾と小名浜港の調査地点は内湾性の強い場所である。その他の地点は湾内の海水交換の良好な場所にあるが、防波堤内側の奥部の海水が滞留しそうな点を測点として追加している港湾もある。内湾性が強い港湾では、海底面が泥質であることが多く、海底付近に設置したブロック上にも浮泥が堆積し、覆われる傾向にある。

ここでは、小名浜港と松山港を例として取り上げ、生物相の遷移の特性について議論する。小名浜港における試験礁の設置位置図および構造物の断面図を図-2.1に示し、松山港の図面を図-2.2に示す。

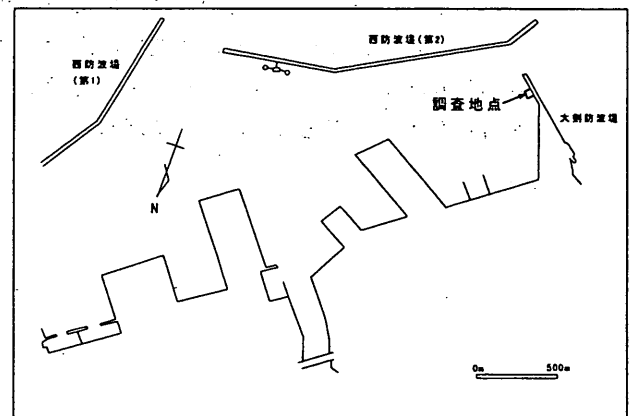


図-2.1(a) 調査地点 (小名浜港)

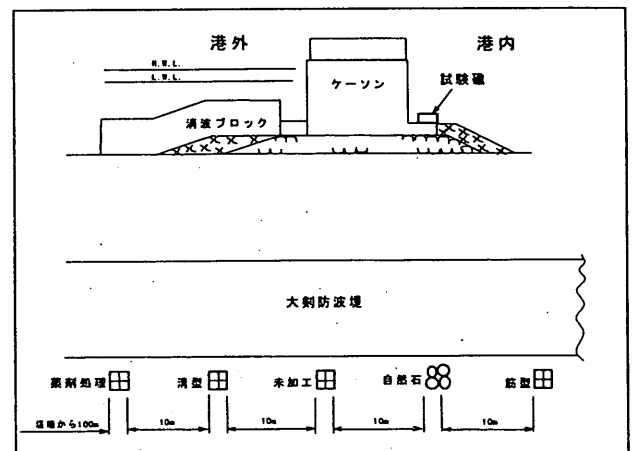


図-2.1(b) 試験礁の設置位置図 (小名浜港)

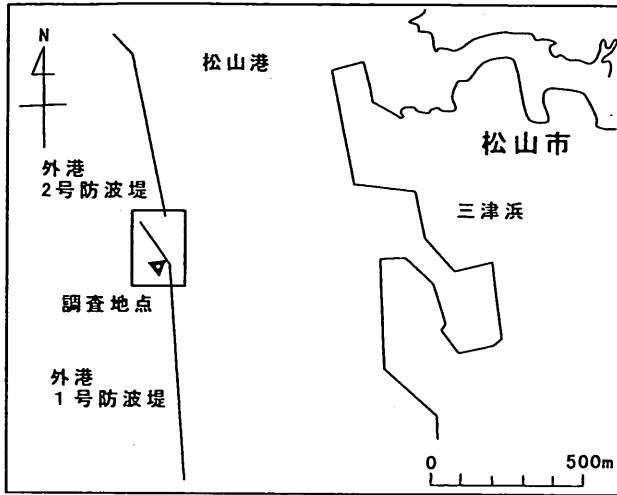


図-2.2(a) 調査地点 (松山港)

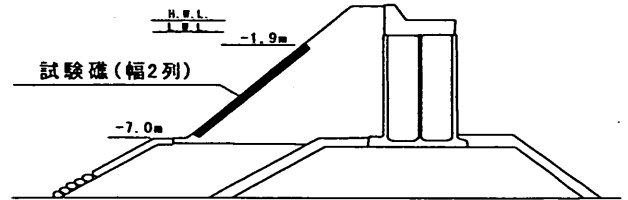


図-2.2(b) 試験礁の設置位置図 (松山港)

2.2 試験礁の概要

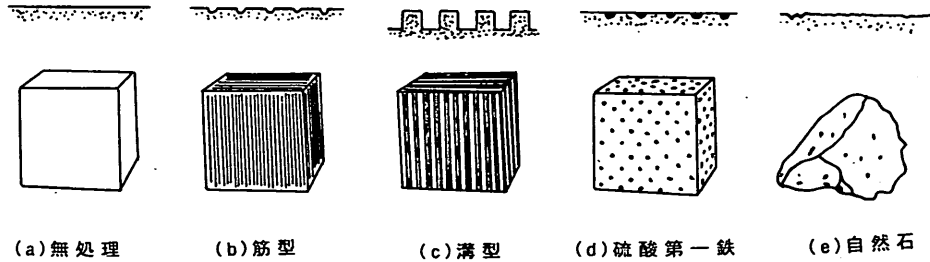


図-2.3 各試験礁の形

表-2.1には、各調査地点に設置された試験礁の種類と設置時期もあわせて示している。図-2.3に小名浜港で使用した各試験礁の概観を一例として示す。試験礁の大きさ、形状等は各地点でそれぞれ異なっているが、その形式を大きく分けると、表面形状を変化させるものと薬剤処理を行ったものに分けることができる。また、比較のために、各港湾において未加工のブロックを設置している。

表面形状を変化させたものについては、さらに細かく、溝型(表面に数cmのオーダーの凹凸があるもの)、筋型(表面に数mmのオーダーの凹凸があるもの)に分けることができる。この他に、表面形状の効果を期待するものとして、表面に突起物を埋め込んだり、型枠に突起物をつけることにより表面に無数の穴をつけたものもあり、これらをまとめて突起型と呼んでいる。突起物としては自然石やレンガ等を用いるものが多く、これらにより数cmの凹凸をつけている。型枠につける突起物には点字シートが用いられるものが多く、これにより表面に深さ

数mmの穴が無数にできる。

薬剤処理には、通常、硫酸第一鉄などの鉄イオン系の着生促進剤が用いられ、着生促進剤をコンクリート表面に塗布して使用する。また、固形の薬剤をブロック表面に埋め込むことにより、凹凸の効果を同時に期待するものもある。

2.3 調査方法および調査期間

本調査は事前調査と構造物設置後の追跡調査の2つから構成されている。事前調査は、調査地点の生物相のバックグラウンドを調べるものであり、構造物を設置する以前の状態における生物相を把握している。今回の調査では、各港湾がもつ透明度その他の制限要因の中で、最終的に安定した状態になった生物相のことを、極相と呼ぶこととする。ただし、構造物設置以前の水深が深い場合などには、設置後と比べて明らかに生物相に違いがみられる。このような理由により、事前調査結果では比較対象としてふさわしくない場合には、周辺の既設構造物の設置箇所から適当な比較調査地点を選び、現地調査を

実施した。本調査では、この調査を既存護岸調査と呼ぶことにする。事前調査は、既存構造物設置箇所での調査についても、原則として構造物設置以前に実施した結果を使用している。

追跡調査では、構造物設置後の付着生物の着生の遷移を調査することにより、事前調査結果と比較して生物相が安定するまでの変化を把握することを目的としている。このため、試験礁ごとに範囲を決めて毎回同じ地点で付着生物の種類および被度の観察を行うこととした。また、調査地点のうちいくつかの地点では、追跡調査の最後に坪刈り調査を行い、生物相の定量的な把握を行った。

各試験礁での観察は、水深等の他の条件を揃えることにより、純粋に試験礁の形式による違いを検討できるようにした。

各試験礁の設置時期は、夏から初秋の比較的波の穏やかな時期に行うことが多い。この時期は大型海藻類の閑静期にあたり、試験礁の設置による生態系への影響が比較的小さい時期にあたる。

3. 調査結果と検討

3.1 各港湾における生物相の特徴

(1) 各港湾の比較と全体的な特徴

付着生物相の検討を行うにあたり、事前調査結果について出現する生物相の整理を行った。表-3.1は、各港湾における事前調査の結果を示している。

調査結果は変動の幅が大きく、出現する付着生物の諸量は調査の度に増減がみられる。また、調査方法や調査の時期・回数が各港湾で異なるため各港湾の調査結果を単純に比較することはできない。しかし、これらのことを念頭においた上で調査結果を整理すると、調査地点について次のような特徴が得られた。

海藻類の総種類数を各港湾で比較すると和歌山港で最も多く、観測期間全体で53種類の海藻類が確認されている。他に海藻類の総種類数が多い港湾として須崎港、荇田港、松山港があげられる。これらの港湾における海藻類の出現種類数は21～29種類である。また、出現する海藻類の総種類数が少ない港湾は小名浜港および鳥取港であり、両港とも10種類程度の海藻類しか確認されていない。小名浜港では海藻類の湿重量も小さく、付着動物が優占した生物相を構成している。これに対して、鳥取港では全体的に付着生物の湿重量が小さい。

鳥取港では、周辺の水深の浅いところではガラモ場が形成されているにも関わらず、ホンダワラ類の着生がみられない。イシダイ等、水質のきれいなところを好む魚

類の蛸集が確認されているため、海水交換の劣化によるものとは考えにくく、試験礁の設置水深が深く水中照度が不十分であるためと考えられる。

大型海藻類の出現状況については次に示すとおりである。松山港では、クロメが優占し、藻場の形成が良好に行われていた。松山港では、周辺調査でも濁度の小さな地点を好むクロメの群落を観察されており、比較的海水交換が良好に行われていると考えられる。事前調査が行われていないため、表からは外しているが、新潟西海岸においてもワカメ・クロメによる藻場が形成されている。その他に、コンブ類やクロメ・アントクメ等の大型海藻類については須崎港、三田尻中関港の2港で生息が認められる。他の港湾についても大型海藻が確認されたところはあるが、どの地点でも採集された湿重量はあまり大きくなかった。ガラモ場を形成するホンダワラ類(ホンダワラやアカモク等のモク類)の生息が確認されたのは和歌山港、荇田港の2港であり、鳥取港では周辺の水深が浅いところでガラモ場の形成がみられる。

各港湾で海藻類の出現状況を比較すると、和歌山港、松山港、荇田港の3港の出現種類に類似点が多く、ワカメ、イワノカワ、マクサ、石灰藻(カニノテ、サンゴモ、ピリヒバ、ナミノハナ等、葉体の表面が石灰の固い殻に覆われている藻類)が共通して存在することが確認されている。

付着動物の総種類数については三田尻中関港で最も多く、36種類の付着動物が確認されている。他にも、小名浜港、荇田港、和歌山港で多くの種類の付着動物が確認されている。これらの港湾では、約30種類の付着動物の存在が確認されているが、鳥取港は付着動物の種類数も少なく10種類の付着動物しか確認されていない。

3.2 試験礁の設置条件が付着生物相に与える効果

(1) 試験礁の設置場所が付着生物相に与える効果

上述したように各港湾で極相が異なるのは、試験礁設置場所の条件が異なるためと考えられる。そこで、試験礁設置場所の条件が付着生物相に与える効果について検討するため、大型海藻類の繁茂がみられた松山港と付着動物が優占していた小名浜港について検討を加えることにした。なお、その他の港湾における生物相の特徴はAppendixに示しているため、そちらを参照していただきたい。

松山港の調査地点は図-2.2に示すように瀬戸内海に面する外港防波堤上にあり、最下層でも相対照度が9～13%程度確保されている。このため、藻類の育成に対する日照面での障害は少ない。小名浜港では図-2.1に示す

群名	種名	調査地点							出現頻度	
		事前調査の有無 周辺調査回数	小名浜港	鳥取港	和歌山港	松山港	須崎港	苅田港		三田尻 中関港
		○	○	○	○	○	×	×		
緑藻類	1 ハビロ			○	○	○		○	4	
	2 シロ						○	○	3	
	3 コブシロ						○		1	
	4 フユノト属			○					1	
	5 アオノ属			○			○	○	3	
	6 アナアサ			○			○	○	3	
	7 アサノ属			○	○	○	○	○	5	
	8 シオウノ属		○	○	○	○	○	○	6	
	9 シオウノ科			○	○				1	
	10 ハネモ			○			○		2	
褐藻類	11 シオシロ	○							1	
	12 シオシロ科			○					1	
	13 ケルシクサ						○		1	
	14 フクロノ			○			○	○	3	
	15 ハノノ			○					1	
	16 カノノ					○			1	
	17 ハノトノ属						○		1	
	18 カノ					○			1	
	19 アンノ					○			1	
	20 コノ科							○	1	
	21 ワノ			○	○		○		3	
	22 シノ			○					1	
	23 アノ						○		1	
	24 ノノ科			○					1	
	25 ヘノ			○			○		2	
	26 アノ			○			○		2	
	27 アノ			○					1	
	28 コノ			○					1	
	29 シノ					○			1	
	紅藻類	30 エノ					○			1
		31 ノノ科	○	○	○	○	○	○	○	7
		32 シノ	○	○	○	○	○	○	○	7
		33 カノ	○	○	○	○	○	○	○	5
		34 ヒノ					○			1
		35 モノ			○					1
		36 ヘノ					○			1
		37 ノノ		○		○				2
		38 トノ			○					1
39 ムノ				○	○		○		3	
40 ムノ							○		1	
41 ノノ				○					1	
42 ノノ				○	○		○		3	
43 ムノ				○			○		2	
44 トノ				○	○			○	3	
45 ベノ		○		○					2	
46 ノノ				○	○	○			3	
47 ノノ				○					1	
48 コノ				○	○	○			3	
49 ノノ				○					1	
50 ノノ			○	○		○			3	
51 シノ							○		1	
52 ノノ							○		1	
53 ノノ			○	○	○		○	○	5	
54 ノノ							○		1	
55 ノノ							○		1	
56 ノノ					○	○	○		3	
57 ノノ					○				1	
58 ノノ							○		1	
59 ノノ	○		○					2		
60 ノノ			○	○				2		
61 ノノ			○		○			2		
62 ノノ			○	○	○			3		
63 ノノ			○			○	○	3		
64 ノノ			○					1		
65 ノノ	○							1		
66 ノノ	○	○	○	○	○	○	○	7		
67 ノノ			○					1		
68 ノノ	○		○					2		
69 ノノ			○					1		
70 ノノ			○					1		
71 ノノ						○		1		
72 ノノ		○	○	○				3		
73 ノノ			○					1		
74 ノノ			○					1		
75 ノノ					○			1		
76 ノノ		○	○	○	○	○	○	6		
77 ノノ					○			1		
78 ノノ		○	○	○	○			4		
79 ノノ		○			○	○		3		
出現回数		8	12	53	21	29	28	16		

表-3.1 各港湾における事前調査および周辺調査結果

(a) 海藻類

調査地点	小名浜港	鳥取港	和歌山港	松山港	須崎港	苅田港	三田尻 中瀬港	出現頻度
事前調査の有無	○	○	○	○	○	x	x	
周辺調査回数	2	1	7	1	0	7	5	
1 イカリソウ科	○							1
2 蓼草属植物		○		○	○	○	○	6
3 海線動物門			○	○				2
4 シロヤ			○					1
5 加那ヤ					○			1
6 ヒドリ虫綱		○	○	○	○	○	○	6
7 ヤキ目			○					1
8 30イイキンチャク					○			1
9 タシマキンチャク							○	1
10 イキンチャク目	○		○		○	○	○	5
11 エビガイ			○				○	2
12 ハハカゼ			○	○				2
13 ハテイ	○							1
14 シダカガクラ	○					○		2
15 タケガイ	○							1
16 ヲウスガイ		○			○			2
17 オホヒガイ							○	1
18 シマネツフガイ			○	○		○	○	4
19 カゴガイ						○		1
20 ヒメヨウガイ		○	○		○			3
21 レイガイ			○		○	○	○	4
22 イモコ			○				○	2
23 ムキガイ			○			○	○	3
24 カンクワシ			○					1
25 ヲシロコ							○	1
26 コハシガイ				○				1
27 ムラサキガイ	○		○	○	○	○	○	6
28 ナミカシガイ						○	○	2
29 マカキ				○		○	○	3
30 ヌキカサガイ	○							1
31 カサガイ		○			○			2
32 キコウガイ					○			1
33 フサコガイ科	○							1
34 ケヤリ	○							1
35 ケヤリ科						○		1
36 エゾカサガイ	○							1
37 ヤコシ				○				1
38 カンクワシ科	○	○	○	○	○	○	○	7
39 ウズマキガイ科				○				1
40 ウズマキガイ科								1
41 イワシ					○			1
42 タシマシ	○						○	2
43 ヨーロパシ	○						○	2
44 ヤドカシ		○			○	○		3
45 ホントシ	○							1
46 シカクシ	○	○	○	○	○	○	○	7
47 アカシ	○	○	○	○	○	○	○	5
48 シカ	○							1
49 ショウシ	○							1
50 カムシ		○	○	○	○	○	○	6
51 フサシ	○							1
52 フサシ			○		○	○		3
53 シロシ			○		○	○	○	4
54 ヒロシ	○						○	2
55 アシシ			○			○	○	3
56 マサコ	○					○		2
57 イマシ	○					○		2
58 ヒシ	○		○			○	○	4
59 ヤマシ			○					1
60 シダカ					○			1
61 ショウシ						○	○	2
62 キタシ	○							1
63 ヌシ					○			1
64 カシ							○	1
65 キオシ						○		1
66 ホリス	○							1
67 シ	○			○		○	○	4
68 シ					○	○	○	3
69 シ	○						○	2
70 カシ			○					1
71 シ	○		○					2
72 シ	○		○		○	○	○	5
73 シ			○	○	○	○	○	5
74 シ						○		1
75 シ	○							1
76 シ	○		○				○	3
77 シ	○							1
78 シ							○	1
79 シ	○							1
80 シ						○		1
81 シ					○			1
82 シ					○			1
83 シ					○			1
84 シ							○	1
85 シ						○		1
86 シ	○							1
87 シ		○						1
88 花虫綱							○	1
出現頻度	34	10	30	15	27	31	38	

表-3.1 各港湾における事前調査および周辺調査結果

(b) 付着動物

水深4.5mの地点に1m角の立方体の形状をした試験礁を置いた。調査地点の水深はそれほど大きくないが、防波堤の内側の海水流動が小さい地点にある。このため、濁りが大きく、浮泥の堆積も認められている。

表-3. 2は松山港における生物調査の結果を示している。設置後すぐに緑藻類の付着がみられるが、6ヶ月～1年後からクロメやフジツボ類の着生がみられる。クロメは初め表層近くの水深帯に着生したが、1年～1年半後には水

表-3.2 松山港における付着生物の種類と遷移

(a) 海藻

調査時期 種名	1ヶ月後	3ヶ月後	7ヶ月後	12ヶ月後	18ヶ月後	24ヶ月後	32ヶ月後	出現頻度
	H6.1	H6.3	H6.7	H7.2	H7.7	H8.2	H8.10	
1 アオリ属	○	○		○				3
2 アオリ属	○	○	○	○	○	○		6
3 イグサ属	○		○	○	○	○		5
4 フクロリ		○	○			○		3
5 かやもり		○						1
6 ひらふも		○						1
7 クロメ		○		○	●	◎	◎	5
8 サビ亜科			○	●	○	◎	◎	5
9 ミル			○					1
10 マクサ			○	○	◎	◎	◎	5
11 サンゴキ亜科			○	○	○	○		4
12 イワカワ科			○	○	○	○	○	5
13 フシツナギ			○	○	○	○		4
14 ホンダワラ科			○	○				2
15 ジュスモ属			○					1
16 イキス科				○				1
17 アカモク				◎	○			2
18 ヤツマタモク				○	○			2
19 コノリ					○			1
20 ツノマタ					○			1
21 カバノリ							○	1
22 マサゴシハリ属							○	1
23 シオクサ属							○	2
24 カイノリ							○	1
25 スキノリ							○	1
26 マタワラ							○	1
27 テンクサ科							○	1
28 ジョロモク							○	1
出現種類数	3	6	11	13	12	15	7	

注) ●: 被度50%以上, ◎: 被度10~50%, ○: 被度10%以下の出現を表す。

(b) 付着動物

調査時期 種名	1ヶ月後	3ヶ月後	7ヶ月後	12ヶ月後	18ヶ月後	24ヶ月後	32ヶ月後	出現頻度
	H6.1	H6.3	H6.7	H7.2	H7.7	H8.2	H8.10	
1 カンザシカイ科	○		○	○	○		○	5
2 コカムシ綱			○	○	○	○		4
3 ウスマキカイ科			○	○	○	○		4
4 ムラサキガイ			○	○			○	3
5 サンカクシツボ			○	○	○	○	○	5
6 ヒトデ				○				1
7 ヒドロ虫綱				○				2
8 ナミガシカイ科					○			1
9 アカシツボ					○		○	2
10 ヤッコカンザシ					○	○		2
11 マガキ							○	1
12 エホヤ							○	1
出現種類数	1	0	5	7	7	5	6	

注) ●: 被度50%以上, ◎: 被度10~50%, ○: 被度10%以下の出現を表す。

深7mの最下層まで繁茂するようになった。また、既存護岸の調査でもクロメの生育が認められており、周辺からの卵稚子の漂着が期待できる。今回の調査における試験礁は、外港防波堤沖側に立地しているため周辺から漂着する卵稚子がうまく試験礁上に導入され、定着させる

ことができたものと考えられる。

表-3. 3は小名浜港における調査結果である。小名浜港ではイタボガキ科のカキ類に代表される固着性の濾過食動物の優占が認められる。試験礁付近の海水は濁っているために十分な日照が得られないので、海藻類の繁茂は

表-3.3 小名浜港における付着生物の種類と遷移

(a) 海藻

調査時期 種名	1ヶ月後	3ヶ月後	6ヶ月後	11ヶ月後	18ヶ月後	24ヶ月後	30ヶ月後	出現頻度
	H5.9	H5.11	H6.2	H6.7	H7.2	H7.8	H8.2	
1 無節サコモ亜科	○		○	◎	○	○	○	6
2 マサゴシハリ		○	○	○	◎	○	○	6
3 イキス科			○	○	○	○	◎	5
4 イワカワ科				○	○	○	○	4
5 ベニスナゴ				○	◎	○	◎	4
6 シオミドロ						○	○	2
7 ホソバトサカトキ						○		1
出現種類数	1	1	3	5	5	7	6	

注) ●: 被度50%以上, ◎: 被度10~50%, ○: 被度10%以下の出現を表す.

(b) 付着動物

調査時期 種名	1ヶ月後	3ヶ月後	6ヶ月後	11ヶ月後	18ヶ月後	24ヶ月後	30ヶ月後	出現頻度
	H5.9	H5.11	H6.2	H6.7	H7.2	H7.8	H8.2	
1 エゾサネカンザシ	○	◎	◎	○	○	○	○	7
2 サンカクジツホ	○	○	○	◎	○	○	○	7
3 アカジツホ	○	○	○	○	○	○	○	7
4 ニシキエビスガイ ◆	○							1
5 ヒトデ ◆	○	○	○	○	○	○	○	7
6 トマキヒトデ ◆	○	○	○	○	○	○	○	7
7 ホソトカリ科 ◆		○	○	○			○	4
8 イボカキ科 ◆		●	◎	●	●	●	●	6
9 エビスガイ ◆		○	○	○	○	○		5
10 ムラサキガイ		○				○		3
11 コシダカンガラ ◆		○	○	○	○		○	5
12 ハテイラ ◆		○		○		○	○	4
13 アカヒトデ ◆		○						1
14 キタムラサキウニ ◆		○		○	○	○	○	5
15 エゾチゲサガイ ◆			○		○			2
16 コウタカマツムシガイ ◆			○					1
17 イガイ科 ◆			○					1
18 ユキカサガイ ◆			○					1
19 クシミンダ科 ◆			○	○		○		3
20 マナマコ ◆			○			○	○	3
21 エボヤ ◆				○		○	○	3
22 シマノウツネガイ ◆				○			○	2
23 イシガニ ◆				○				1
24 イソカイメン科					○	○	○	3
25 ヒオウキガイ ◆					○			1
26 ヨツハモガニ ◆					○	○	○	3
27 群体ホヤ類					○	○	○	3
28 チョケムシ					○	○		2
29 クロアワビ ◆						○		1
30 ヒレガイ ◆						○		1
31 スジエビモドキ ◆						○	○	2
32 イボニシ ◆						○		1
33 ショウジンガニ ◆						○		1
34 アスマニシガイ ◆						○	○	2
35 マホヤ ◆						○	○	2
出現種類数	6	13	15	15	16	24	19	

注) ●: 被度50%以上, ◎: 被度10~50%, ○: 被度10%以下の出現を表す.

◆については, ●: 50個以上, ◎: 10~50個, ○: 10個以下の出現を表す.

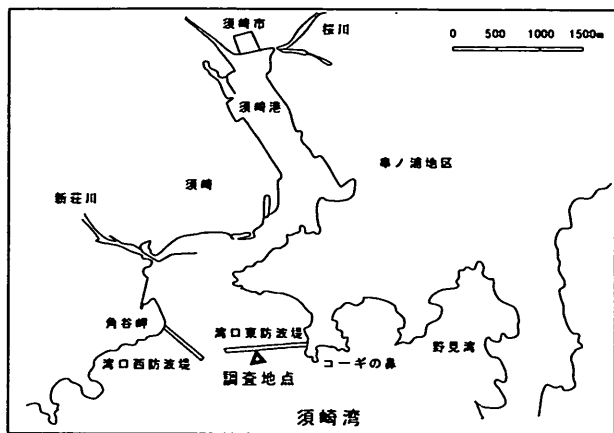


図-3.1 試験礁の設置位置 (須崎港)

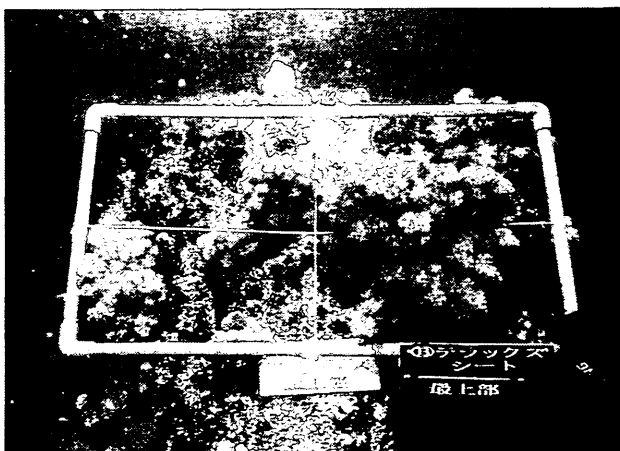


写真-3.1 須崎港に設置した試験礁に着生する付着生物の一例
(中央コードラート内の赤い固まりがチヂミトサカ)

みられず紅藻が少量みられるのみであった。水中の濁りが多いため、懸濁食性の動物の着生は顕著にみられる。

(2) 試験礁の設置時期が付着生物相に与える効果

今回の調査のうち、須崎港に設置された試験礁では既存護岸の着生状況と異なる生物群集の形成がみられた。図-3.1は須崎港における試験礁の設置位置を示している。須崎港における被度調査の結果は表-3.4に示すとおりである。試験礁上ではチヂミトサカの繁茂が顕著にみられた。調査地点における水中写真の一例を写真-3.1に示す。チヂミトサカとはサンゴ類(ソフトコーラル)の一種であ

り、太平洋岸の南部に生息する種類の動物である。既存護岸の調査結果からは、チヂミトサカの繁茂がみとめられないため、卵稚子が南方より漂流して着生したものと考えられる。

試験礁にのみチヂミトサカの繁茂がみられることから、須崎港では卵稚子が漂着したときに定着しやすい条件が整っていたと考えられる。須崎港での試験礁の設置時期は夏季(7月)にあたり、一年生の海藻類等、他の生物の繁茂期とずれている。このため、設置後しばらくの間は基質表面が裸地のままであり、漂着したサンゴ類の卵稚子が優占して繁茂することができたのではないかと考えられる。また、卵稚子の漂着については、須崎港は高知県の太平洋岸に面しており、黒潮の影響をうける地点であるためと考えられる。設置後数ヶ月の黒潮の流況を見るとこの時期は四国近海を沿うように流れており、十分にその可能性が考えられる。

ここ数年の暖冬のため、須崎港に漂着したチヂミトサカは冬季の寒さのために死滅することなく1年を経過している。今回付着したサンゴ類が繁殖してこのまま定着するのか、それともしばらく時間が経過すると、周辺の生物相と同じ状態になるかは、現在着生している世代の交代に対する調査を継続的に行い、判断する必要がある。

試験礁の設置による周辺の生態系への影響はできる限り小さくすることが望ましく、そのため、通常、試験礁の設置時期は対象とする地点で優占する生物の繁殖期をはずしている。このため、今回調査対象とした地点でも、そのほとんどにおいて夏～秋季の海藻類の活動がもっとも不活発な時期に行っている。ただし、このことは新しくその地点に混入してきたフロンティア種(新規参入種)にとっても競争相手が少なく、優占しやすい状態で設置していることを意味している。

3.3 付着生物相の遷移と安定について

(1) 遷移度を用いた解析手法について

設置された構造物がもともとあった自然岩礁と同じ効果を生物に与えるのであれば、時間の経過とともに生物が着生していき、最終的には周辺の生物相に近づいていくものと考えられる。しかし、実際には自然岩礁とまったく同じとはいえない可能性もあり、少し異なった生物相に向かって安定していくものと考えられる。また、このときの生物相が安定に至るまでの期間については、生物の着生の速度と関連すると思われるので、設置する試験礁の違いによってその期間は異なるものと考えられる。

以上の事項を検討するために、式(3.1)によって定義される遷移度を用いて生物相の安定についての判定を行っ

表-3.4 須崎港における付着生物の種類と遷移

(a) 海藻

調査時期 種名	2ヶ月後	4ヶ月後	12ヶ月後	20ヶ月後	出現頻度
	H6.9	H6.11	H7.7	H8.2	
1 アオリ属	○	○		○	3
2 シオケサ属	○	○	○	○	4
3 ハネモ	○				1
4 イギス科	○	○	○	○	4
5 アオリ属		○	○	○	3
6 サビ亜科		○		○	2
7 イワカワ科		○		○	2
8 トグサ属		○	○	○	3
9 アナアサ			◎		1
10 テングサ科			○	○	2
11 コスジフシツナギ			○	○	2
12 フクロリ				○	1
13 カゴメリ				○	1
14 ウミリヂ				○	1
15 カニテ属				○	1
16 モサツキ属				○	1
17 ハイウスバ属				○	1
出現種類数	4	7	7	15	

注) ●: 被度50%以上, ◎: 被度10~50%, ○: 被度10%以下の出現を表す。

(b) 付着動物

調査時期 種名	2ヶ月後	4ヶ月後	12ヶ月後	20ヶ月後	出現頻度
	H6.9	H6.11	H7.7	H8.2	
1 専常海綿綱	◆	○		○	2
2 ヒロ虫綱	◆	○	○		3
3 カンザンゴカイ科	●	●	◎	○	4
4 フソケムシ科	○	○	○		3
5 コケムシ綱	○	○	○	○	4
6 カゴカイ	◆	○	○	○	3
7 アヤカイ	◆	○	○		2
8 アカフツボ	◆	●	○	●	4
9 ガンガゼ	◆	○	○	○	4
10 シロホヤ	○	○	◎	○	4
11 群生ホヤ類	◎	○	○	○	4
12 チヂミサカ科	◆	○	○	○	3
13 キンカハマガイ	◆	○		○	2
14 レイシガイ	◆	○	○	○	3
15 アオシシカンガゼ	◆	○		○	2
16 コシタウニ	◆	○	○		2
17 タラシウニ	◆	○	○	○	3
18 エホヤ	◆	○			1
19 イソキンチャク目	◆		○	○	2
20 イソホガキ科	◆		○	○	2
21 サンカクジツボ	◆		●	●	2
22 サンヨウウニ	◆		○		1
23 ムラサキウニ	◆		○	○	2
24 ナガウニ	◆		○	○	2
25 フソケムシ				○	1
26 サザエ	◆			○	1
27 ハナマルユキガカラガイ	◆			○	1
28 ムキガイ	◆			○	1
29 カラスホヤ	◆			○	1
出現種類数	11	17	18	23	

注) ●: 被度50%以上, ◎: 被度10~50%, ○: 被度10%以下の出現を表す。
◆については、●: 50個以上, ◎: 10~50個, ○: 10個以下の出現を表す。

たデータを平均した値を用いている。また、種類数については事前調査で確認されたすべての種類数を累計した値を用いて、その調査地点の総出現種類数とした。

遷移度は事前調査結果に対する試験礁での付着生物の諸量の比を表しており、1になったときに事前調査と同じ状態にあると考えられる。また、遷移度の時間変化を調べることにより、生物相の安定のために必要な時間について検討することができる。

図-3.2, 3.3は、松山港と小名浜港における遷移度(海藻類の被度と種類数と付着動物の被度と種類数に対する遷移度)の経時変化をそれぞれ示したものである。

図-3.2の松山港では、海藻類および付着動物の種類数の遷移度については、設置後3~6ヶ月の間に既存護岸の半分(遷移度=0.5)以上の種類の生物が出現し、その後は1付近の値に向かって漸増する。試験開始後2年以上を経過すると、総種類数の増加がほぼ横這いになっており、新規に現れる生物は少ない。周辺から試験礁へ新たに移り住む生物がいなくなっていることを示している。

これに対して、海藻類、付着動物の被度のグラフでは設置後3ヶ月~1年の間に遷移度が1近くに達し、その後減少し、それから再びゆるやかに増減している。これは、設置後最初の数ヶ月間は緑藻類などのフロンティア種(裸地ができたときに一番最初にみられる生物のこと。一般に、他の生物との生存競争力は弱い、繁殖力が非常に強いため空いている空間を見つけて大量発生する)が繁茂するためであり、時間の経過とともに周辺と同じような生物相に変化していく。

松山港では、海藻類、付着動物ともに出現種類数の遷移度は小さく、種類の入れ替わりが少なく安定している。この地点では、クロメの群落の形成が認められており、今後、藻場の成長とともに、安定した生態系を形成していくものと考えられる。

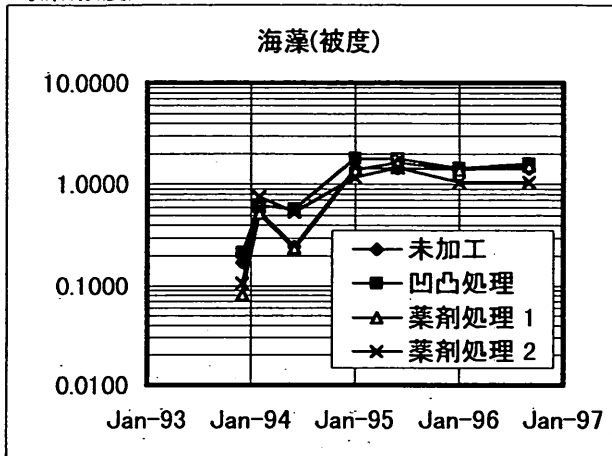
図-3.3に示す小名浜港の海藻類の被度は設置後の1年間を過ぎても漸増している。この地点では、カキ類などの固着性生物が優占して繁茂しており、その中で紅藻類が少しずつ増えている。一番最初に海藻類が多いのは珪藻類が繁茂したためである。このときの種類数の遷移度をみると、海藻類は0.1~0.2程度である。付着動物の被度の遷移度は、3ヶ月後に約5に達し、その後安定している。種類数の遷移度も3ヶ月後には1付近に達し、その後安定している。

た。

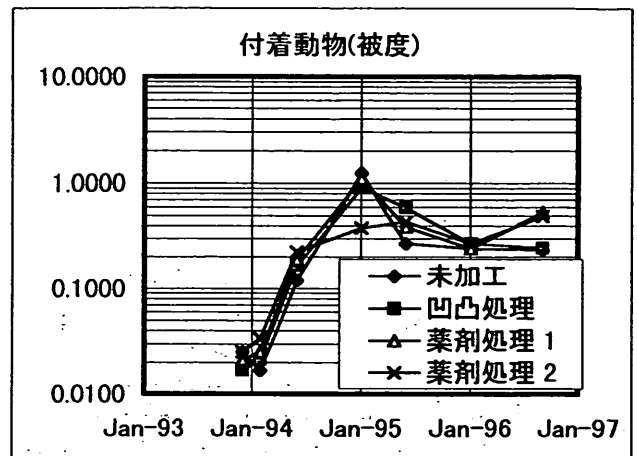
$$\begin{aligned}
 (\text{遷移度}) &= \frac{(\text{追跡調査における試験礁での生物付着の諸元})}{(\text{事前調査における生物付着の諸元})} \\
 &(3.1)
 \end{aligned}$$

遷移度の計算に用いた生物量の諸量は、各水深で得られ

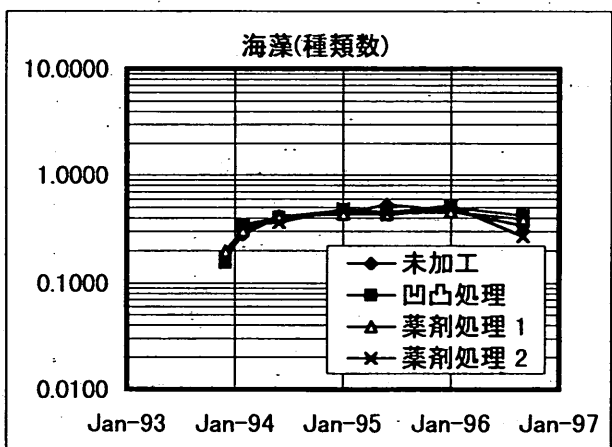
松山港
遷移度
海藻(被度)



松山港
遷移度
付着動物(被度)



遷移度
海藻(種類数)



遷移度
付着動物(種類数)

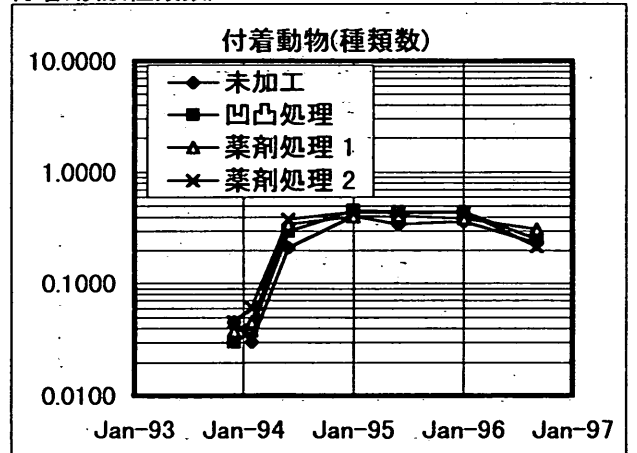
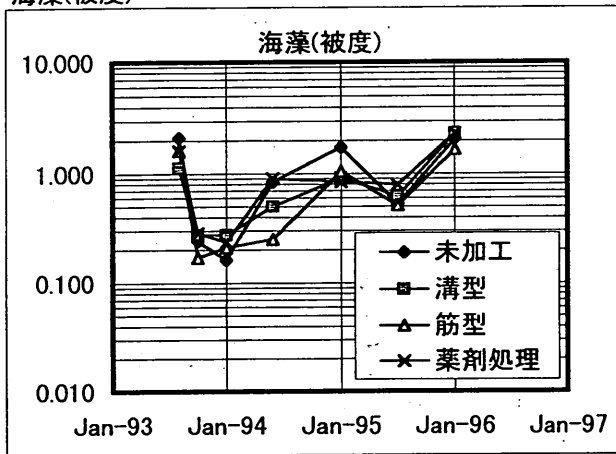


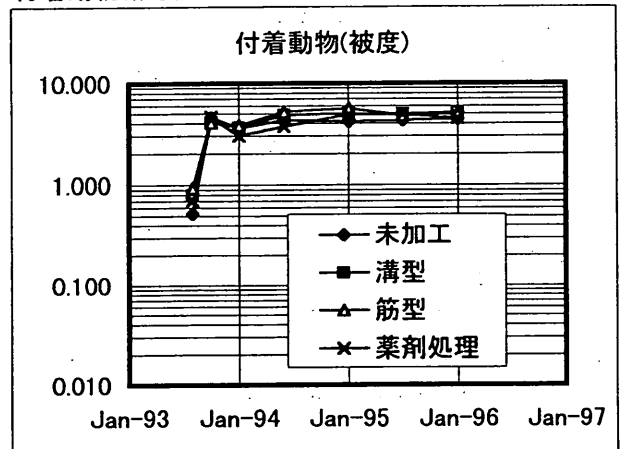
図-3.2(a) 松山港における遷移度の経時変化
- 海藻 -

図-3.2(b) 松山港における遷移度の経時変化
- 付着動物 -

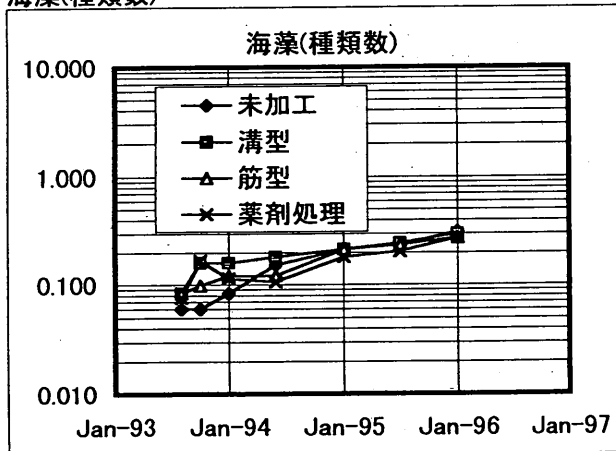
小名浜港
遷移度
海藻(被度)



小名浜港
遷移度
付着動物(被度)



海藻(種類数)



付着動物(種類数)

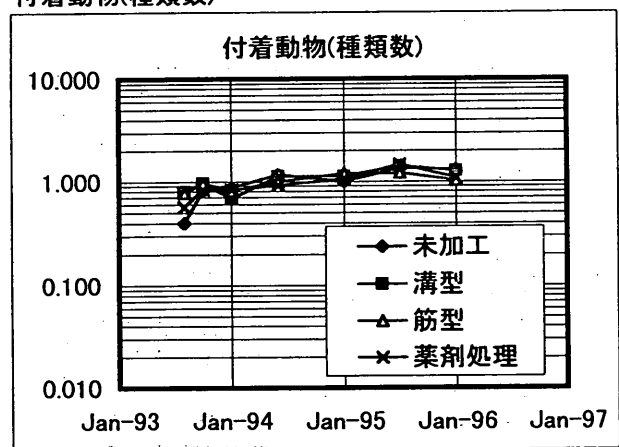


図-3.3(a) 小名浜港における遷移度の経時変化
- 海藻 -

図-3.3(b) 小名浜港における遷移度の経時変化
- 付着動物 -

3.4 試験礁の形式による付着生物相の変化

生物の付着には基質の状態が大きく影響するものと思われる。そこで、付着基質の状態をいろいろと変化させて付着生物の着生状況の違いを検討した。

図-3.4, 3-5は、それぞれ松山港および小名浜港における試験礁での付着生物の経時変化を示している。図の縦軸は各試験礁で観察された付着生物の値を未加工の試験礁での付着生物の値で除した比である。

図-3.4は松山港における調査結果を示している。平均的に見ると、初期の段階(1ヶ月～1年)で表面に凹凸処理を行ったブロックへの海藻類および動物類の被度および種類数の相対比が1より大きくなっている。しかし、1年を経過すると加工ブロックへの海藻類の付着量(被度)は、未加工のコンクリートブロックの場合と比較してほぼ同じになる。ただし、付着動物の被度は、一年周期で増減を繰り返している。

図中の□および△印はコンクリートブロックに薬剤処理した場合の海藻類及び付着動物の出現量を未加工のブロックでの値で規準化したものである。ここで用いた薬剤は硫酸第一鉄を含むものであり、とくに海藻類の付着を促進させる効果があるといわれている。図より、初期の段階(1～6カ月)では、△印の薬剤処理したブロックへの藻類および動物類の付着量が大きく、1より大きくなっている。半年以上経過した後では、どのブロックも遷移度はほぼ1であり、安定している。

図-3.5は、小名浜港のケースである。図から、初期の3, 6カ月の段階での海藻類および動物の種類数が1より大となっている。11カ月以降の結果をみると、未加工のブロックにも多くの藻類が付着し始め、18カ月後ではそれぞれのブロック間での差はあまりない。

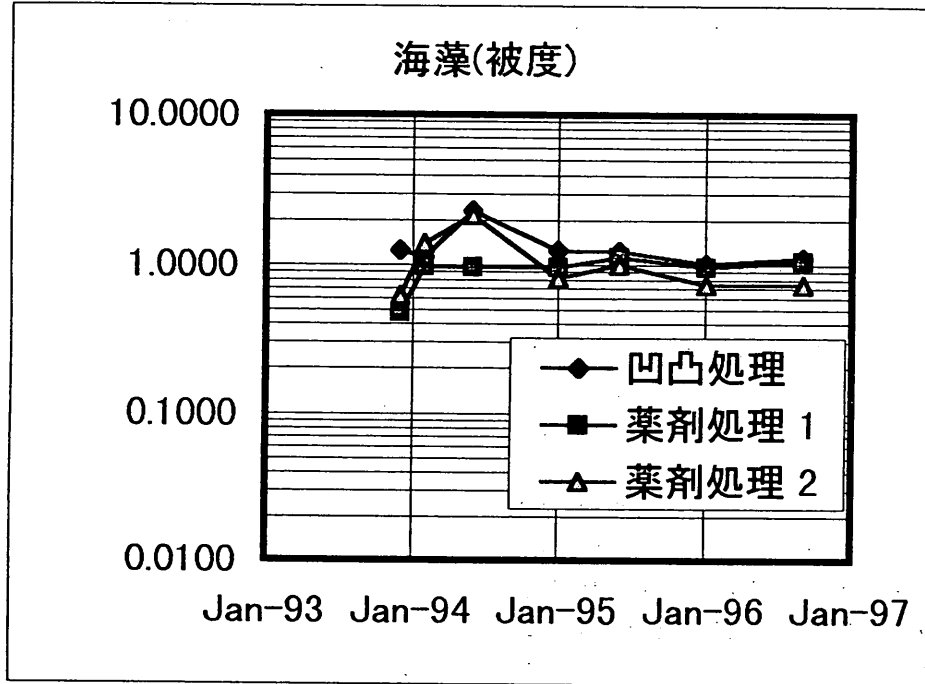
このように、初期の段階での生物付着が大きくなる結果は、溝および突起については、古川ら(1994)が述べているように、コンクリートブロックの表面に凹凸をつけることによって流れに渦が発生し、渦と渦の間の滞留域に藻類の種子、あるいは動物の卵稚子が定着しやすいためと考えられる。

また、時間の経過とともに未加工ブロックとの差異が小さくなるのは、基質表面に付着した生物が群落を形成し始めたため、付着生物群落による凹凸の方が溝や突起よりも影響が強くなり、表面の形状の差異が効かなくなるためであると考えられる。

また、薬剤処理した場合にも設置初期の段階に生物付着量が大きくなるが、これは一説によるとコンクリートブロックからのあくの溶出による海水のアルカリ化が硫酸第一鉄等の薬剤によって中和されるためといわれてい

る。このため、時間の経過にしたがってあくの溶出が無視できるようになれば、海水のアルカリ化が未加工のブロックに比べて差がなくなるため、生物付着に差が見られなくなると考えられる。なお、Hottaら(1995)の薬剤処理したブロックでの実験結果からも、設置後半年間は加工ブロックの方が生物付着量が多いという結果が得られている。

松山港
 相对比
 海藻(被度)



相对比
 海藻(種類数)

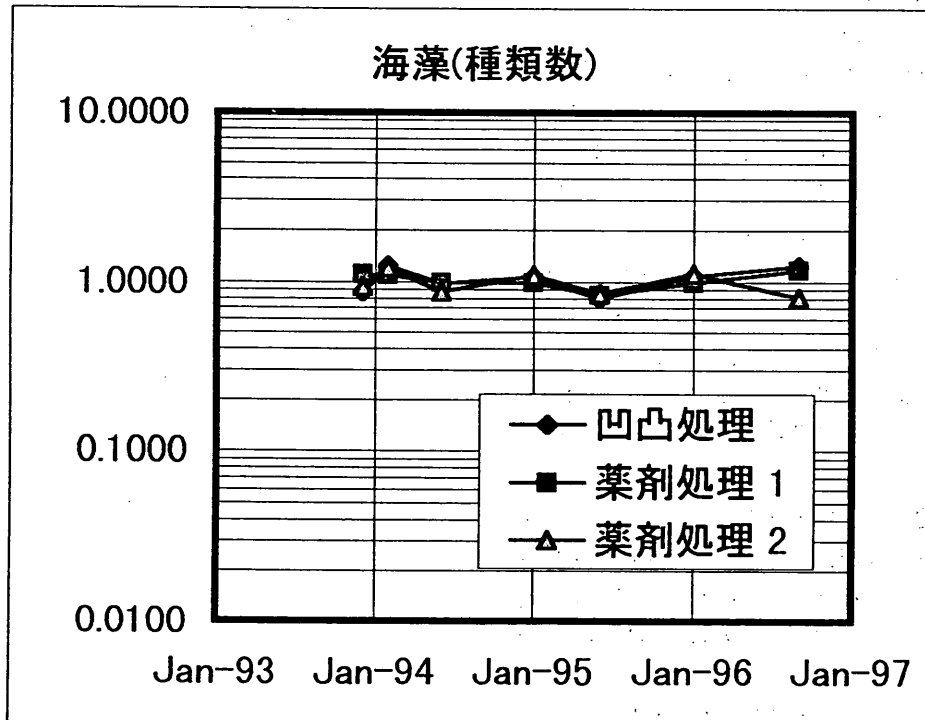
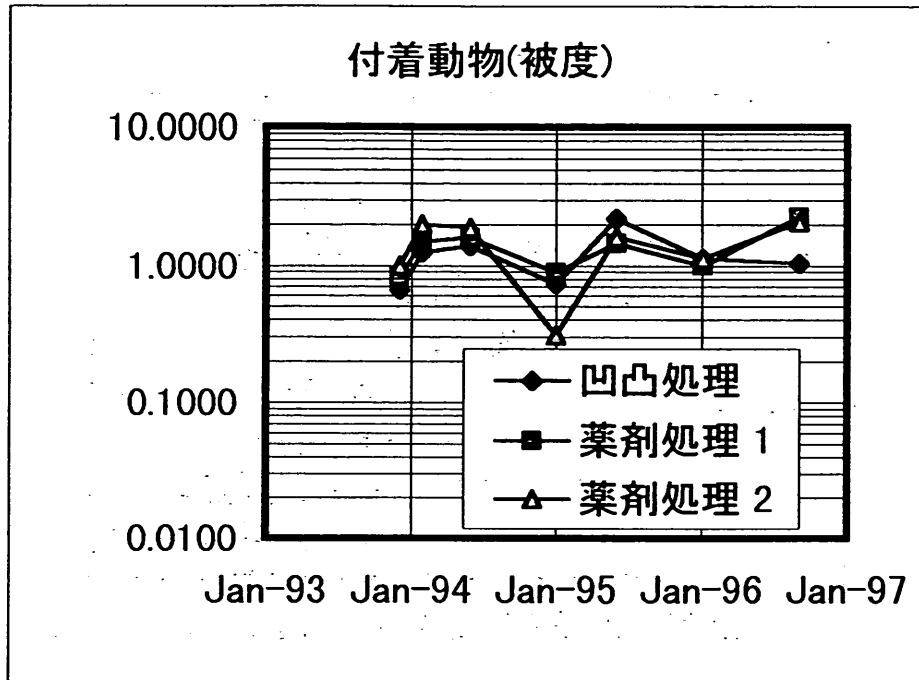


図-3.4(a) 松山港の試験礁に着生する付着生物量相对比の経時変化—海藻—

松山港
 相对比
 付着動物(被度)



相对比
 付着動物(種類数)

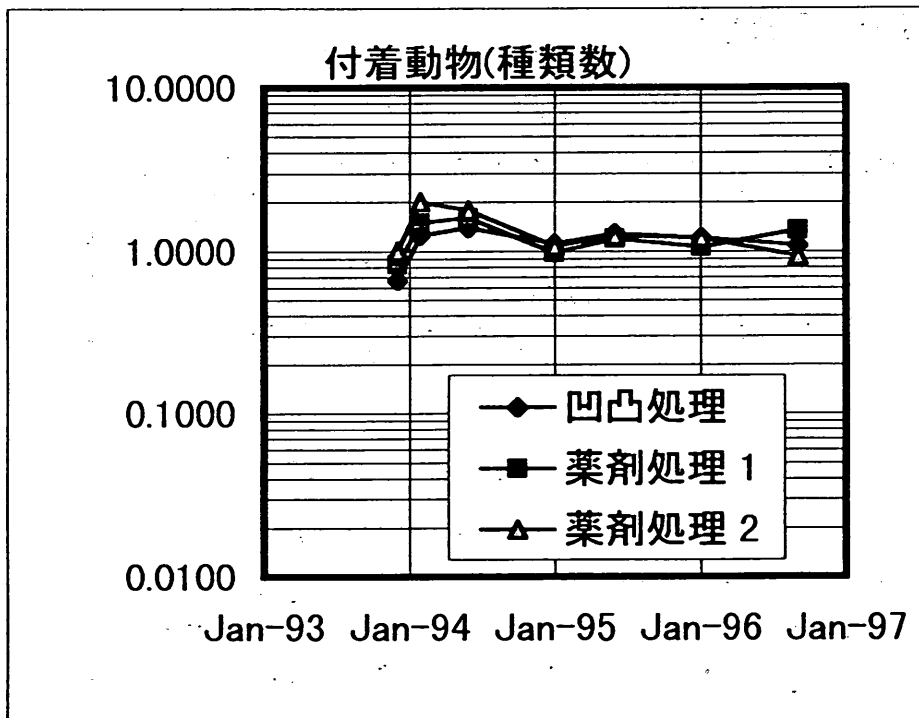
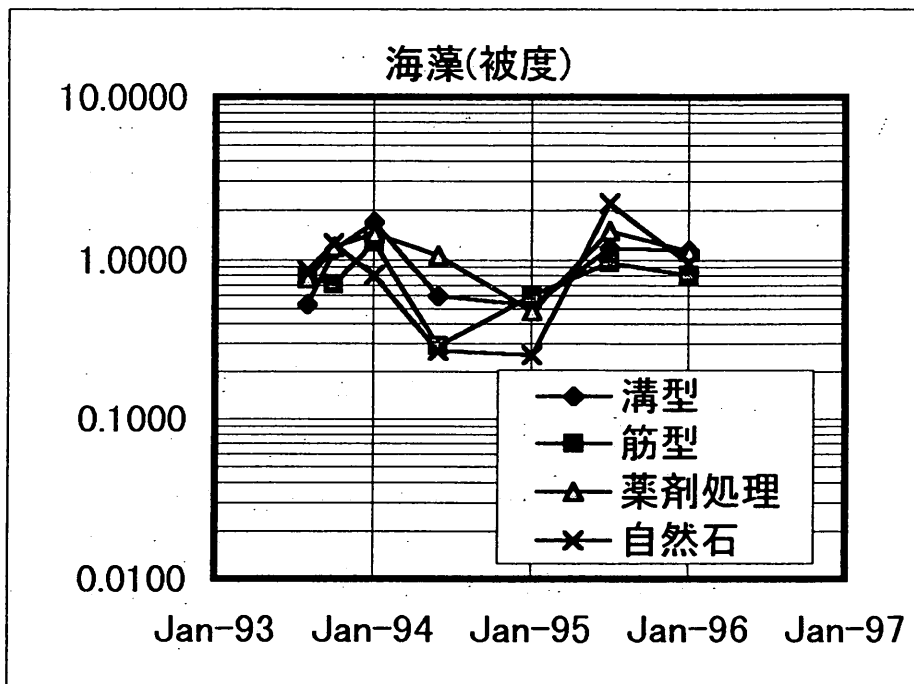


図-3.4(b) 松山港の試験礁に着生する付着生物量相对比の経時変化-付着生物-

小名浜港
 相对比
 海藻(被度)



海藻(種類数)

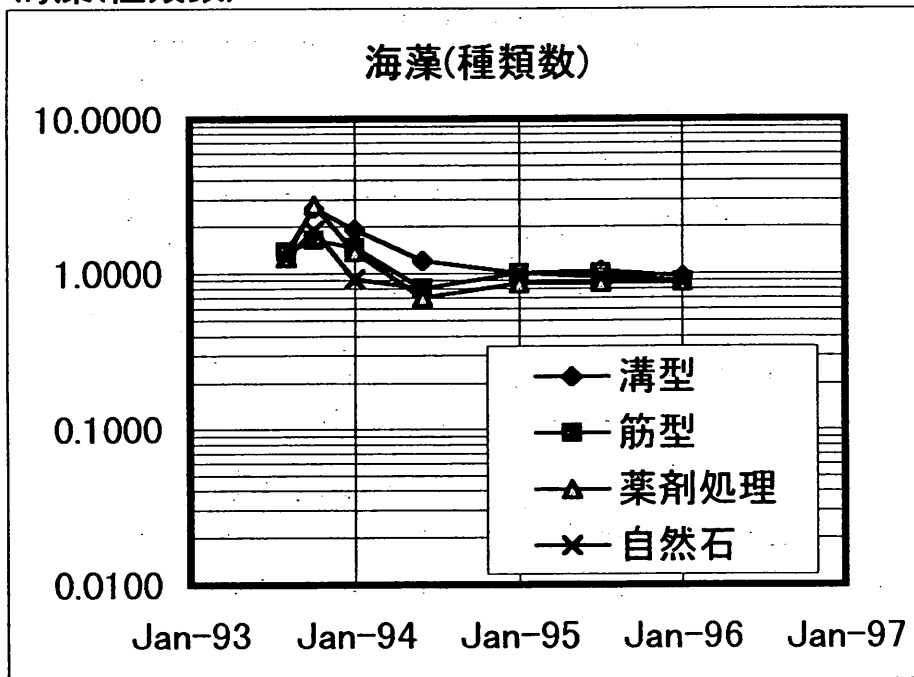
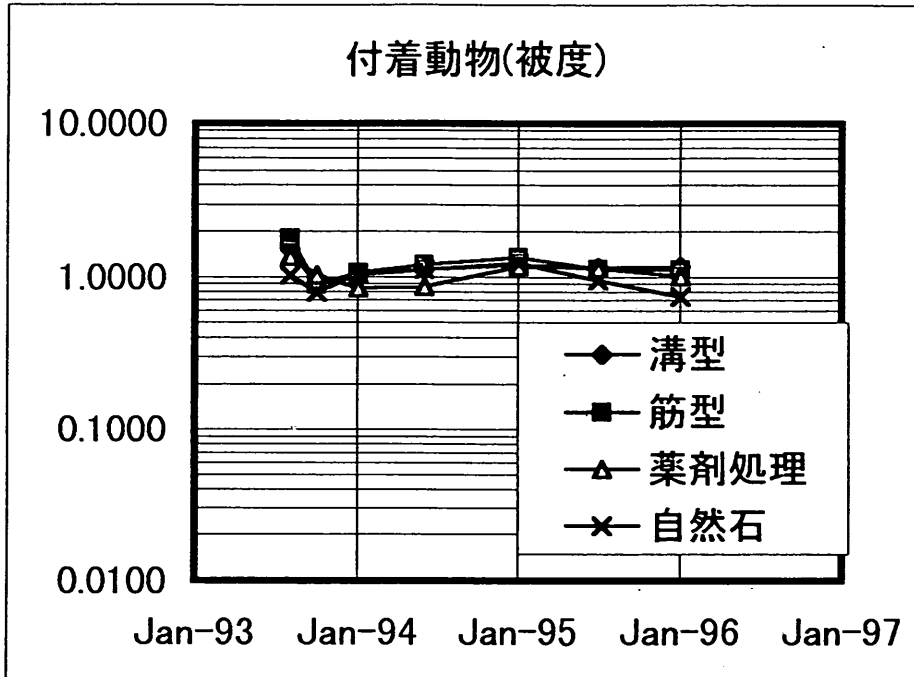


図-3.5(a) 小名浜港の試験礁に着生する付着生物量相对比の経時変化-海藻-

小名浜港
 相对比
 付着動物(被度)



付着動物(種類数)

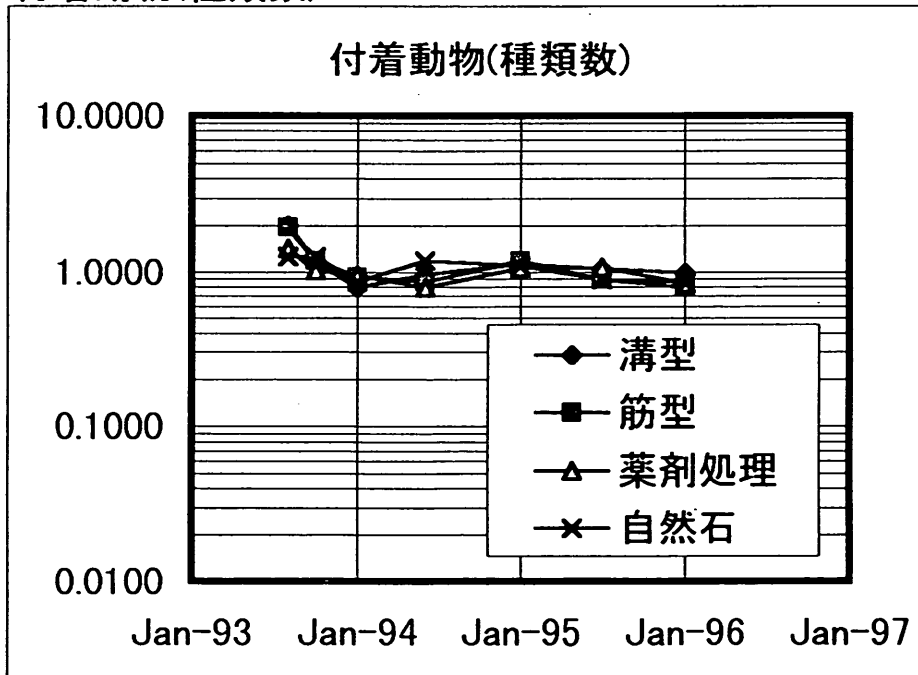


図-3.5(b) 小名浜港の試験礁に着生する付着生物量相对比の経時変化—付着動物—

3.5 坪刈り調査による定量的な検討

本調査の最後の回に観測対象範囲の坪刈り調査を実施した。坪刈り調査を実施した港等は前掲の表-2.1に示す8地点である。この調査結果をもとに、松山港および小名浜港の調査地点での付着生物の出現量を湿重量比で示したものがそれぞれ図-3.6、3.7である。試験礁名の横にある数字はそれぞれの試験礁に付着していた海藻類、付着動物の総湿重量である。坪刈り調査は試験礁設置後3年程度経過したものを対象としており、このため得られる生物分布はほぼ極相に近いものと考えられる。

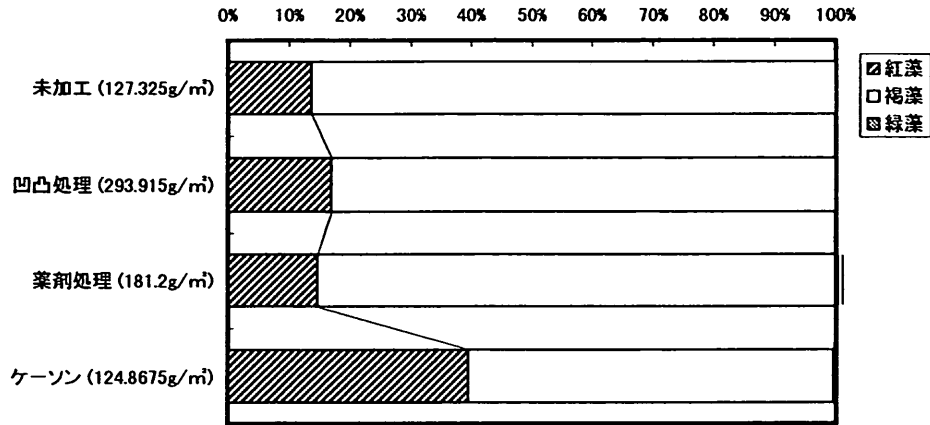
図-3.6に示す松山港では、周辺のケーソン壁で行なわれた坪刈り調査結果では構造物の条件が少し異なるため、マガキ等の軟体動物が壁面に多く付着している。海藻類に関しては周辺のケーソン壁でも、クロメ(褐藻類)等の大型海藻の着生が確認されている。この地点では、消波ブロック上の方がケーソン壁と比べて、クロメ等の褐藻類の割合が高くなっている。その中でも、凹凸をつけたブロックへの藻類の着生量が他と比べて1.5~2倍程度大きい。大型海藻類の生息が認められる地点では、消波ブロックを設置することにより良好な藻場が形成される可能性が高いことがわかる。さらに、消波ブロックの表面の形状を工夫することによって、その着生が促進されることが示された。

図-3.7に示す小名浜港では全体に海藻類の付着量が小さくウスバノリ等の紅藻類がうっすらと表面に付着する程度である。これは前述したように水深が-4.5mと深く日照量が十分でないためと考えられる。付着動物については試験礁による差があるものの、湿重量の90%以上がマガキでありその値は13~29kg/m²にもものぼる。これに対して隣接する既存防波堤の垂直面ではマボヤ等の原索動物が観察された。ここで観察されている節足動物類はフジツボが主であるが、フジツボ類の発生はどの試験礁でもみられる。図中の水平面とは同じ防波堤のマウンド水平部のことを示している。試験礁の設置位置よりさらに水深が深く、日照等の環境条件が悪くなっているため湿重量が他の地点と比べて極端に小さい。

図-3.8は、「坪刈り調査で確認されたコンクリートブロック上の付着生物の種類数」と「周辺調査の対象である既存構造物上の付着生物種類数」との比を計算したものである。ほとんどすべての地点でブロックに何らかの工夫をすることにより、比が1より大きくなっており、既往の構造物と同程度かもしくはそれ以上の種類の生物が観察されるようになってきていることがわかる。試験礁間で遷移度に大きな差がみられないのは、どの地点においても生物相がほぼ極相に達しているためであると考えら

れる。

坪刈り調査結果 (松山港:海藻)



坪刈り調査結果 (松山港:付着動物)

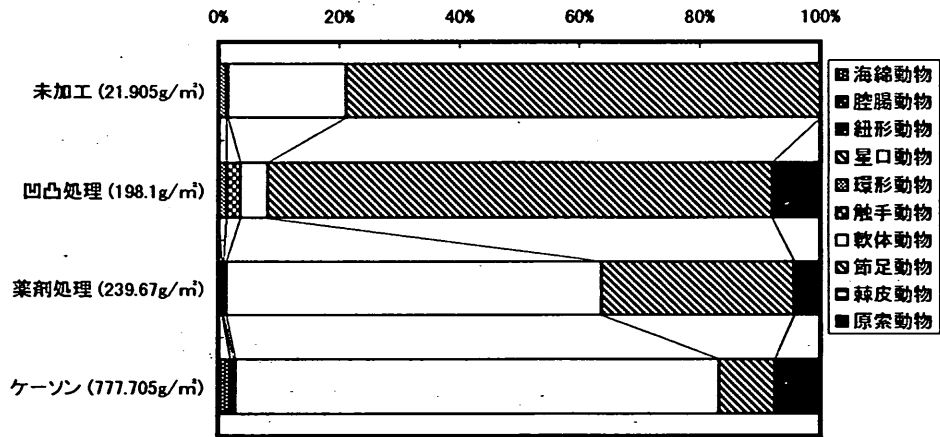
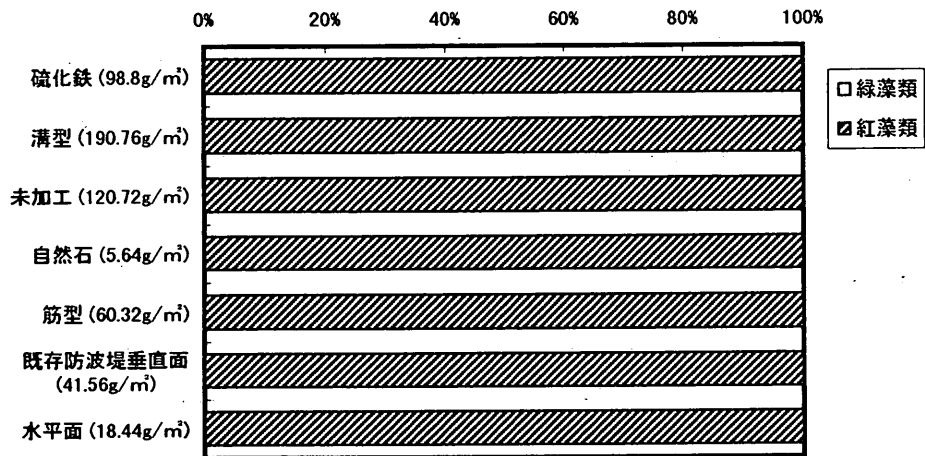


図-3.6 松山港における坪刈り調査結果

坪刈り調査結果 (小名浜港:海藻)



坪刈り調査結果 (小名浜港:付着動物)

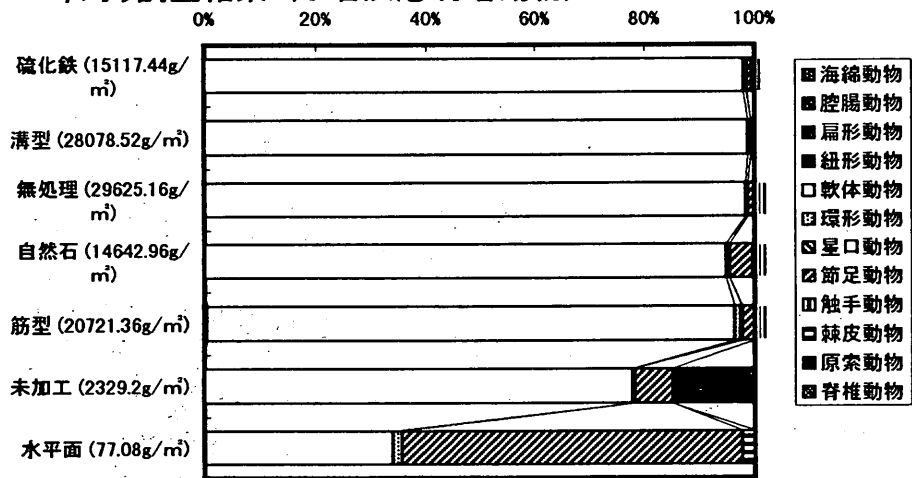
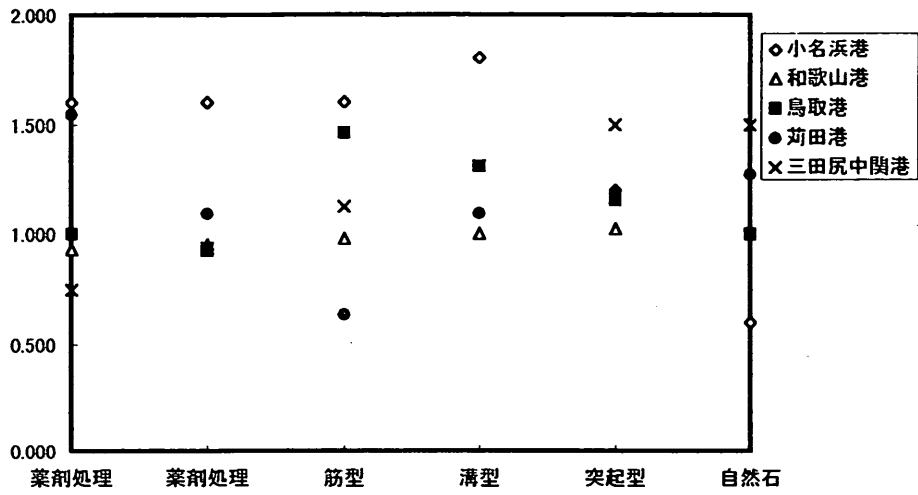


図-3.7 小名浜港における坪刈り調査結果

生物種類数の比(海藻)



生物種類数の比(付着動物)

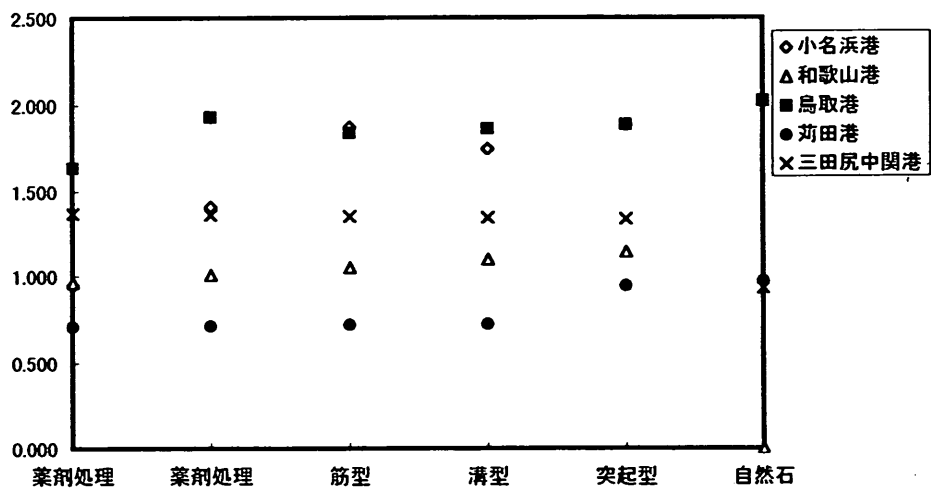


図-3.8 既存構造物上の生物種類数と比較したコンクリートブロック上の生物種類数

4. おわりに

コンクリートブロック式構造物の設置による生物相の変化について検討を行い、以下のことがわかった。

- (1) コンクリートの表面に凹凸をつけたブロックへの付着量の相対比(未加工ブロックに対する比)は、設置後1ヶ月~1年の間は1より大きくなる傾向があった。
- (2) 鉄イオンを用いる薬剤処理を施したブロックに関しても、設置後1~6ヶ月の間は相対比が1をこえ、付着促進の効果がみられた。
- (3) ブロックに着生する生物量は、設置後1年間をこえる頃からブロックの加工による差違が小さくなる。これは、表面に付着した生物群集によって形成される凹凸のスケールが、構造物に施した形状のもの比べて大きくなるためと考えられる。
- (4) ブロックを設置した区域の着生する生物群集の遷移度は、1~3年の間にほぼ一定になることから、ブロック上の生物は周辺とほぼ同じ状態なると考えられる。
- (5) 須崎港では、試験礁にフロンティア種の繁殖がみられた。これは試験礁の設置時期が須崎港に繁茂する海藻類の活動が最も不活発な時期にあたるため、フロンティア種が参入できたと考えられる。

謝 辞

本研究に使用したデータは港湾構造物の海洋生物着生調査研究会において運輸省各港湾建設局で実施された現地調査結果を使用している。現地調査結果を快く提供していただいた運輸省港湾局および各港湾建設局の皆様に深謝の意を表します。本研究を資料としてとりまとめるにあたり、鶴谷広一室長をはじめとする環境評価研究室の皆様には多大なご協力をいただいた。とくに西守男雄研究員にはデータ整理や図面の清書等において尽力を注いでいただいた。また、(株)五洋建設 中瀬浩太氏、(株)テトラ 綿貫 啓氏、(株)新日本気象海洋 夏戸園子氏、堀井美貴子氏にはデータのとりまとめにあたりご協力いただいた。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 運輸省港湾局編 (1994) : 環境と共生する港湾—エコポート—《新たな港湾環境政策》, 大蔵省印刷局, 87p.
- 小笹博昭・室善一朗・中瀬浩太・綿貫 啓・山本秀一 (1994) : 生物にやさしい港湾構造物の研究—波浪条件および港湾構造物形式よりみた生物付着群集—, 海岸工学論文集, Vol.42, pp.1016-1020.
- 小笹博昭・村上和男・浅井 正・中瀬浩太・綿貫 啓・山本秀一 (1995) : 多様度指数を用いた波高・港湾構造物形式別の付着生物群集の評価, 海岸工学論文集, Vol.42, pp.1216-1221.
- 古川恵太・室善一朗・細川恭史 (1994) : 港湾構造物への生物付着促進のための凸部周辺の流速分布に関する検討, 港研報告, Vol.33, No.3, pp.3-25.
- 村上和男・小笹博昭・大内久夫・矢島道夫・浅井 正 (1995) : コンクリート構造物に着生する付着生物に関する調査, エココンクリートに関するシンポジウム, コンクリート工学協会, pp.111-116.
- 森 政次・野田頭照美・新井洋一 (1991) : 人工護岸の造成とその生物学的効果について, 沿岸海洋ノート, Vol.29, No.1, pp.37-50.
- Hotta, K. and T. Suzuki (1995) : Ecological system enhancement technology in Japan - Technology for creating an artificial seaweed community using Ferrous Sulfate- COSU'95, Yokohama, Japan, pp.139-149.

Appendix

a.1 各港湾における付着生物相の特徴の整理

本文では、内容が煩雑になるのを防ぐため、代表的な付着生物相を示す港湾を抽出して説明を行った。ここでは本文中にはふれなかった港湾について、付着生物相の特徴を整理して付記する。

(1) 各港湾における付着生物相の遷移と安定の状態について

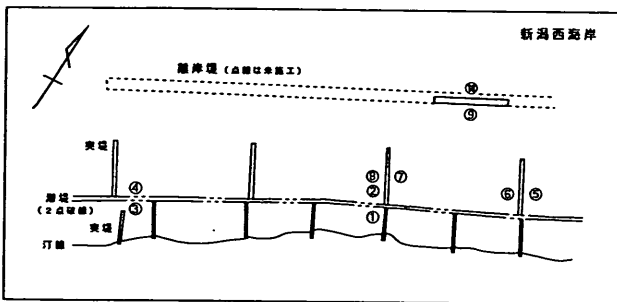


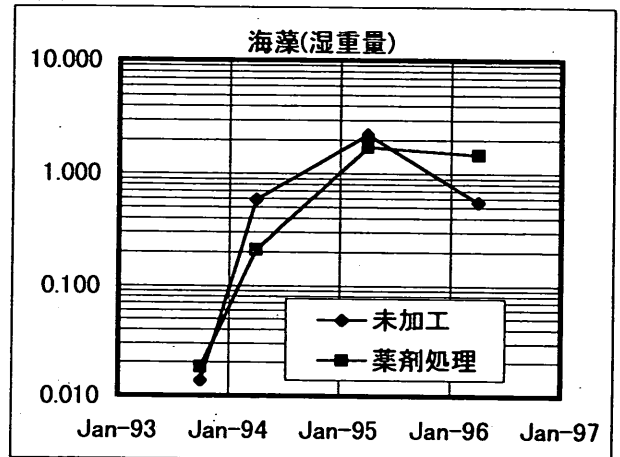
図-a.1 新潟西海岸における調査地点

図-a.1～a.9は、各港湾における調査地点、試験礁の位置図とともに遷移度の経時変化を示したものである。海藻類の被度と種類数と付着動物の被度と種類数に対する遷移度の値を示しているが、新潟西海岸では坪刈り調査を行っているため、湿重量を被度のかわりに用いて表している。

図-a.2に示される新潟西海岸の調査結果において、付着動物についてはフジツボやカンザシゴカイ類のように固体重量が大きな生物の成育が卓越するために、他の湿重量の小さな生物の影響が見えにくい。海藻類についてもクロメ・ワカメなど藻場を形成する海藻類の着生が認められている。最初の1年間で海藻類の湿重量が急激に増加した後、湿重量は安定に向かって見えるように見える。藻場内の生物相については、種類数のグラフが1に向かって漸増していることから、徐々にであるが周辺の状況に近づいていることがわかる。

図-a.4に示される和歌山港の調査結果では付着動物の被度が大きく変動している。このことは、試験礁の設置条件（試験礁のタイプ、季節）の差によって、生物の量は変化し、優占する生物群が変化することを示している。これとくらべて種類数の増加は安定している。

新潟西海岸
遷移度
海藻(湿重量)



遷移度
海藻(種類数)

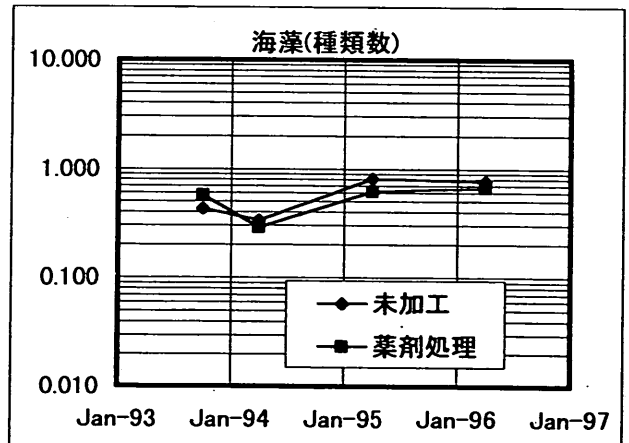
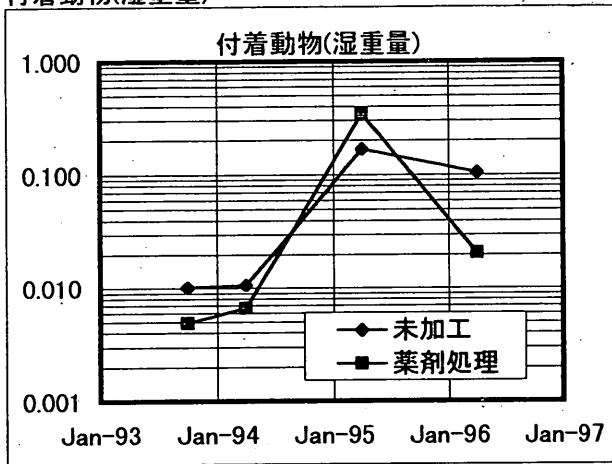


図-a.2(a) 新潟西海岸における遷移度の経時変化
- 海藻 -

新潟西海岸
遷移度
付着動物(湿重量)



遷移度
付着動物(種類数)

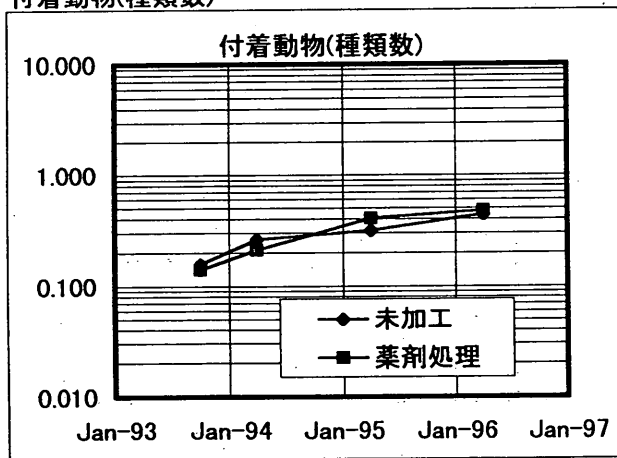


図-a.2(b) 新潟西海岸における遷移度の経時変化
-付着動物-

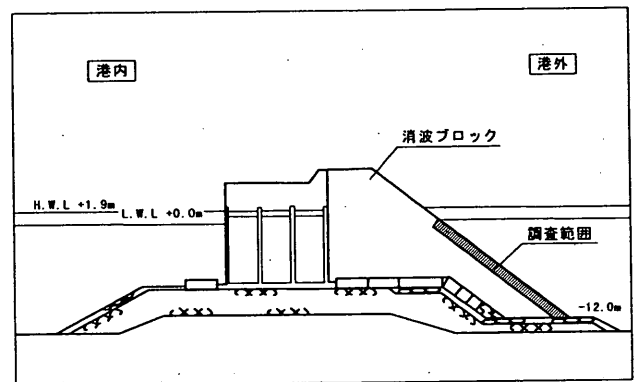
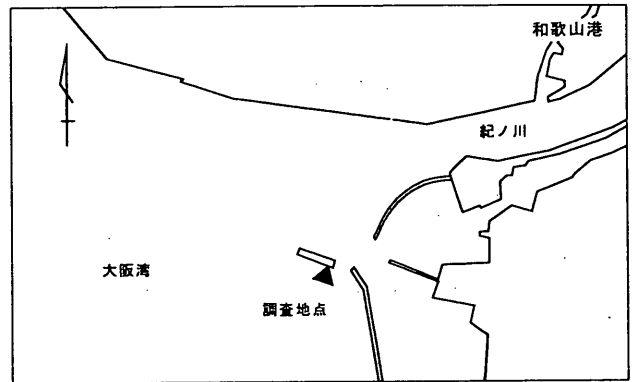
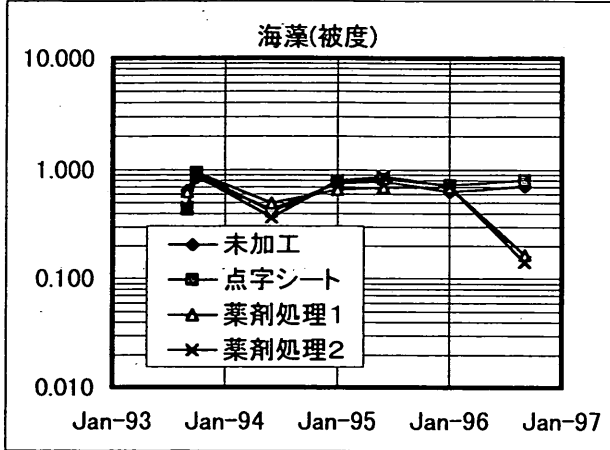
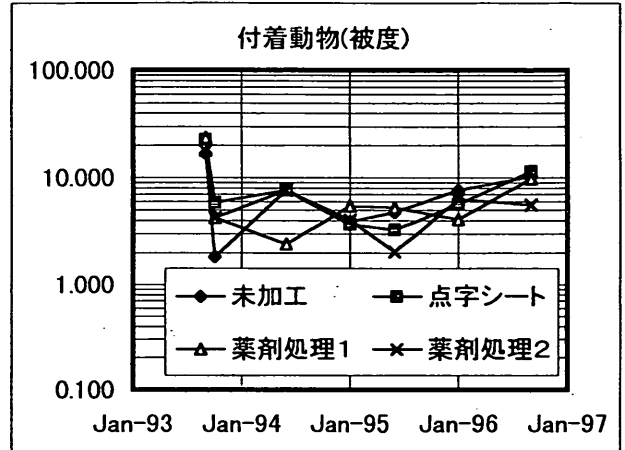


図-a.3 和歌山港における調査地点と
試験礁の位置図

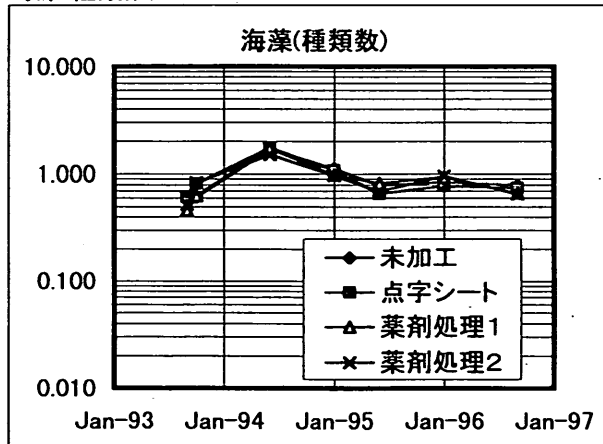
和歌山港
遷移度
海藻(被度)



和歌山港
遷移度
付着動物(被度)



海藻(種類数)



付着動物(種類数)

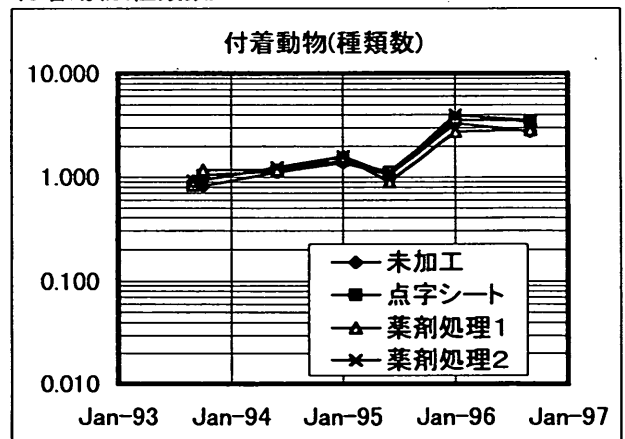


図-a.4(a) 和歌山港における遷移度の経時変化
-海藻-

図-a.4(b) 和歌山港における遷移度の経時変化
-付着動物-

鳥取港
遷移度
海藻(被度)

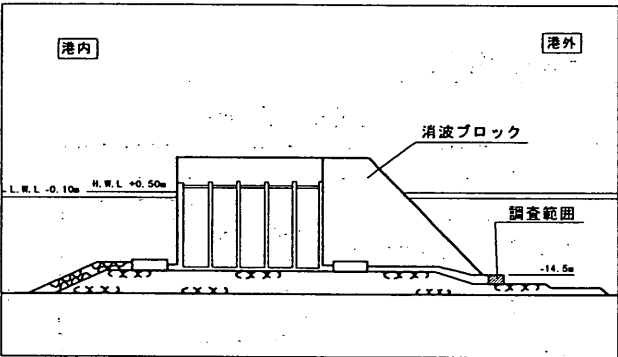
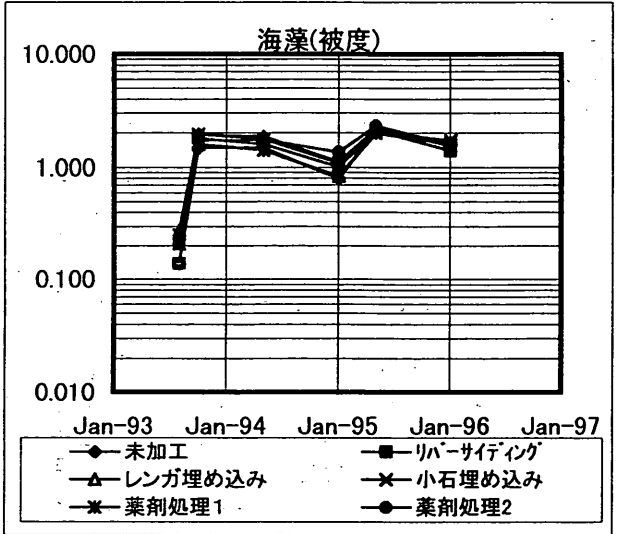
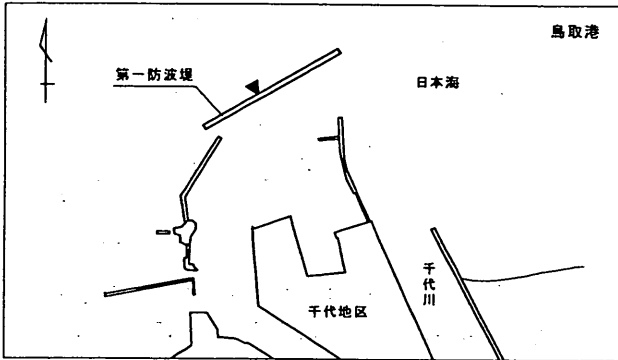


図-a.5 鳥取港における調査地点と試験礁の位置図

海藻(種類数)

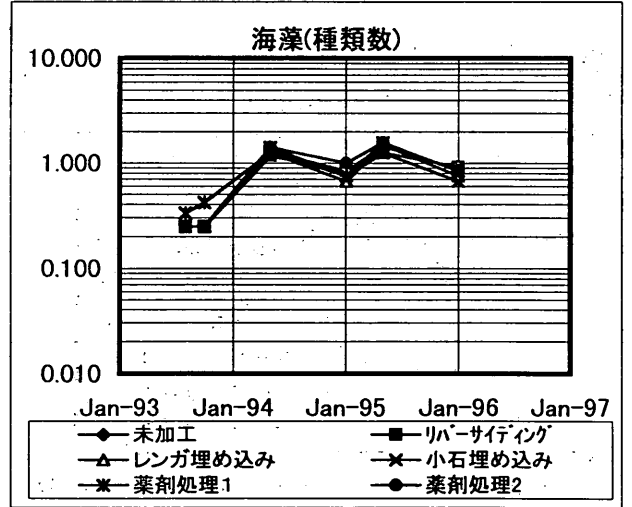
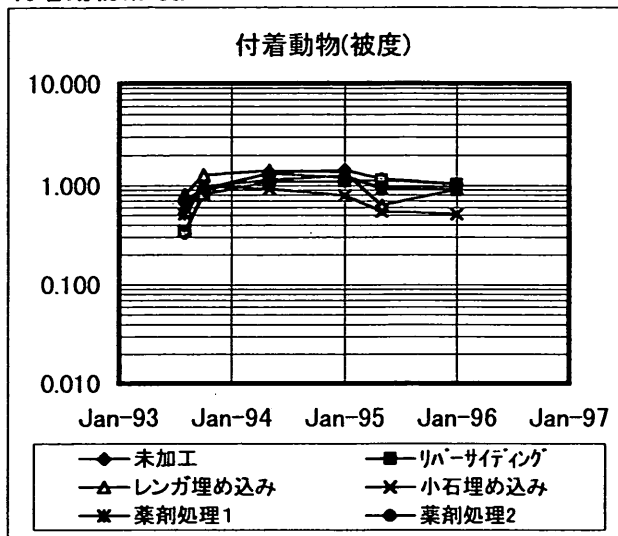
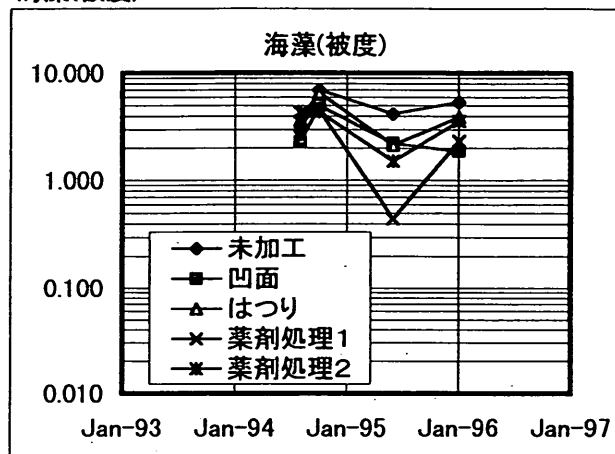


図-a.6(a) 鳥取港における遷移度の経時変化
—海藻—

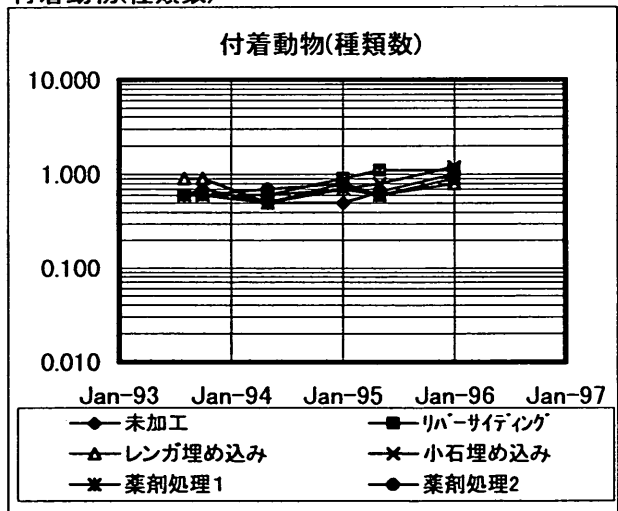
鳥取港
遷移度
付着動物(被度)



須崎港
遷移度
海藻(被度)



付着動物(種類数)



遷移度
海藻(種類数)

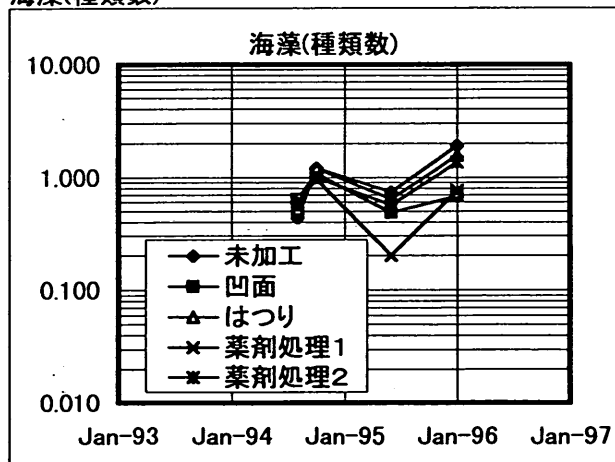
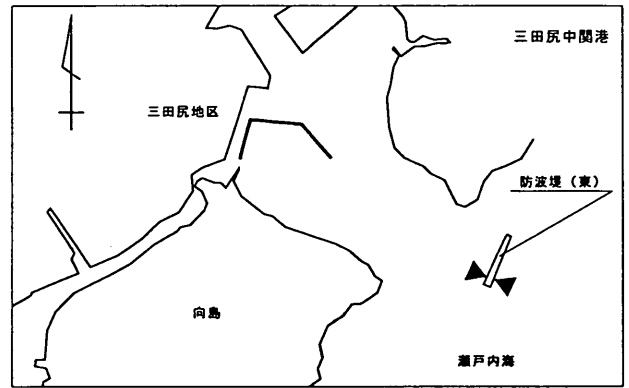
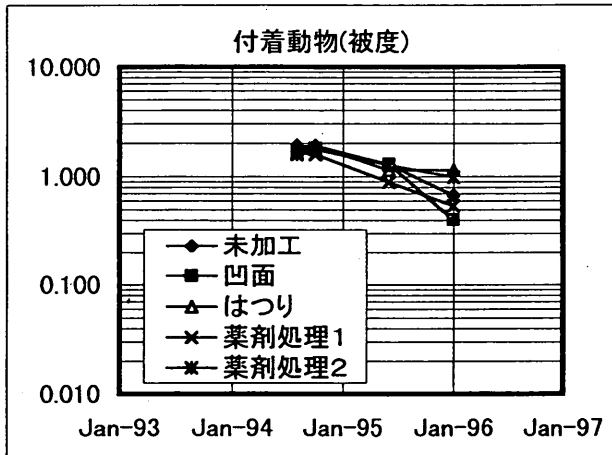


図-a.6(b) 鳥取港における遷移度の経時変化
-付着動物-

図-a.7(a) 須崎港における遷移度の経時変化
-海藻-

須崎港
遷移度
付着動物(被度)



遷移度
付着動物(種類数)

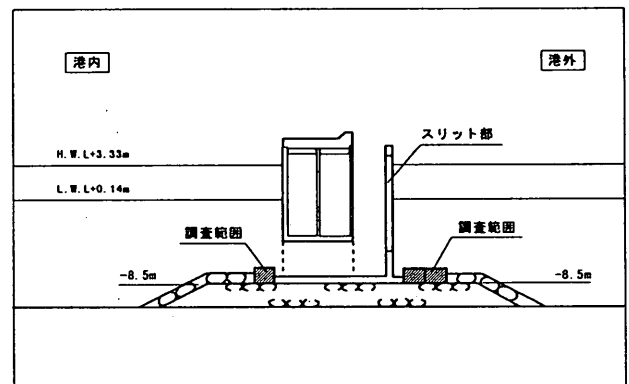
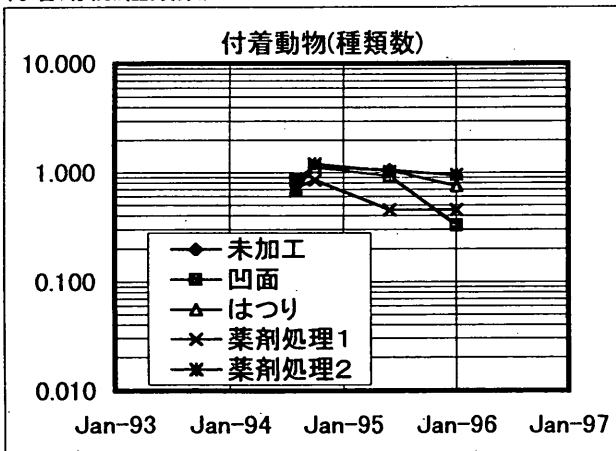
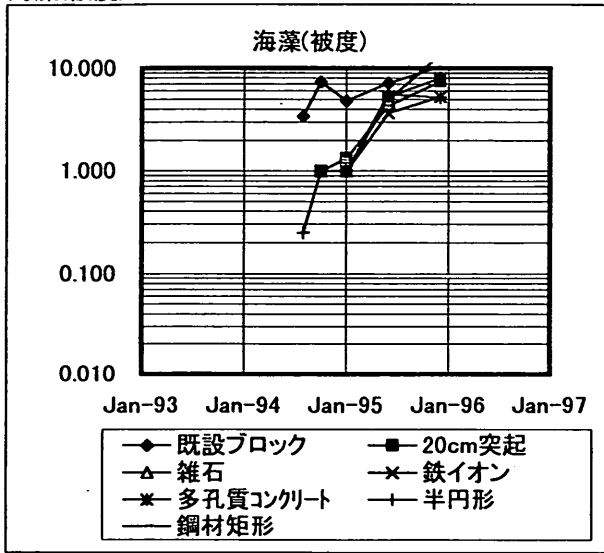


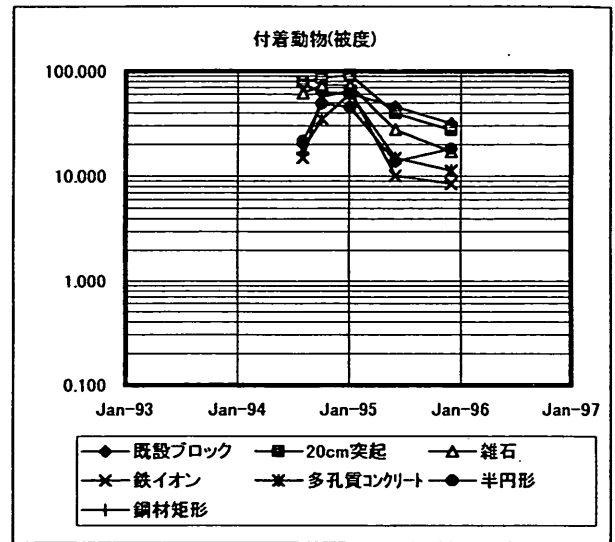
図-a.8 三田尻中間港における調査地点と試験礁の位置図

図-a.7(b) 須崎港における遷移度の経時変化
-付着動物-

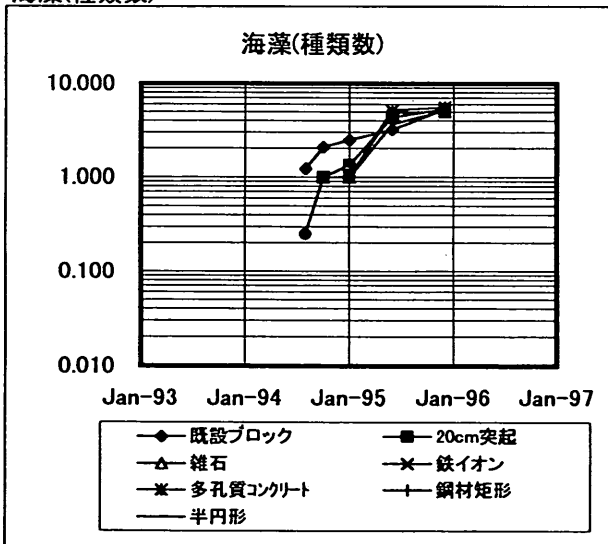
三田尻中関港
遷移度
海藻(被度)



三田尻中関港
遷移度
付着動物(被度)



海藻(種類数)



付着動物(種類数)

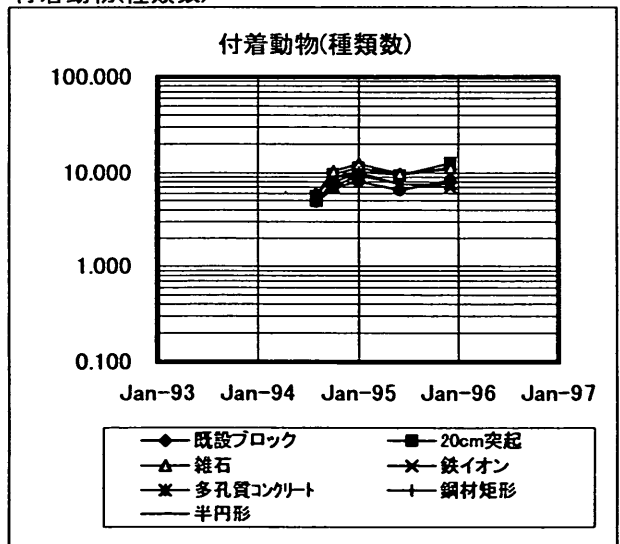


図-a.9(a) 三田尻中関港における遷移度の経時変化
-海藻-

図-a.9(b) 三田尻中関港における遷移度の経時変化
-付着動物-

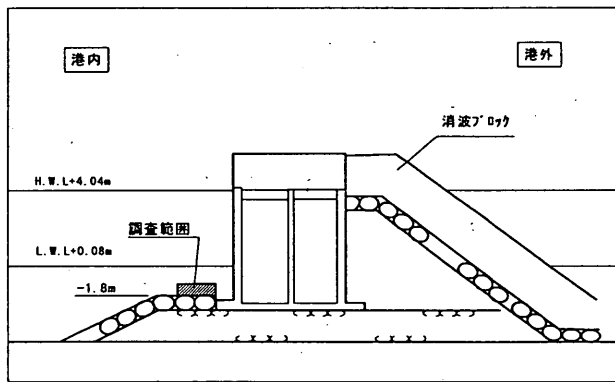
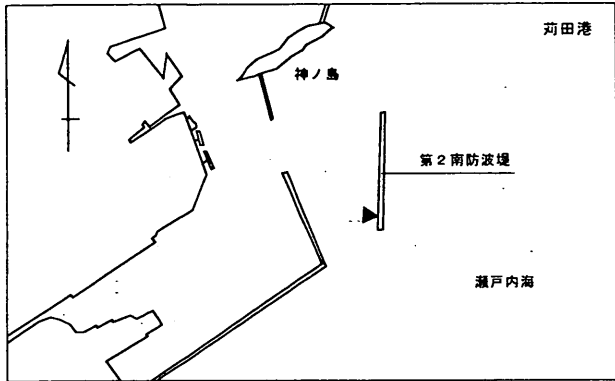
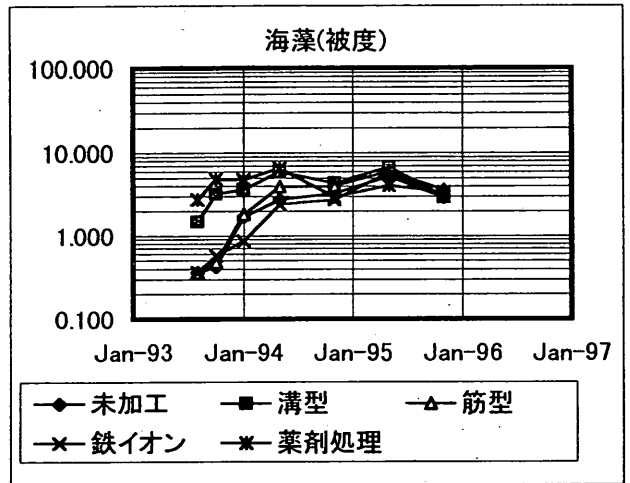


図-a.10 苅田港における調査地点と試験礁の位置図

苅田港
遷移度
海藻(被度)



遷移度
海藻(種類数)

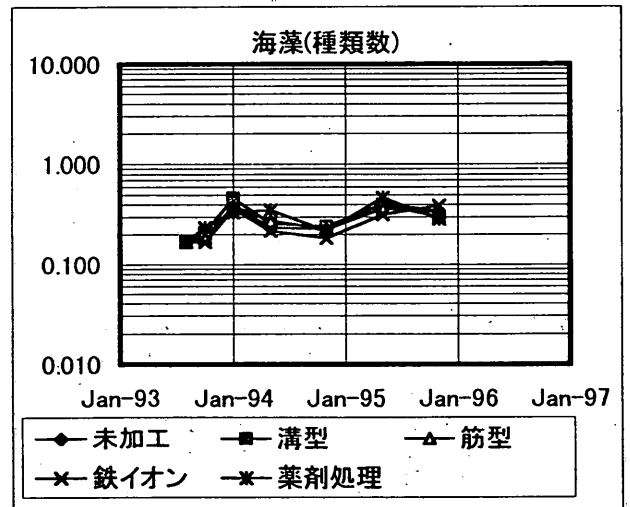
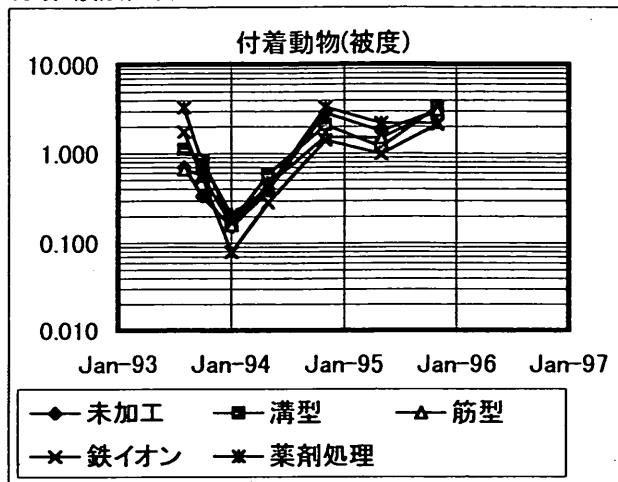


図-a.11(a) 苅田港における遷移度の経時変化
-海藻-

苅田港
遷移度
付着動物(被度)



遷移度
付着動物(種類数)

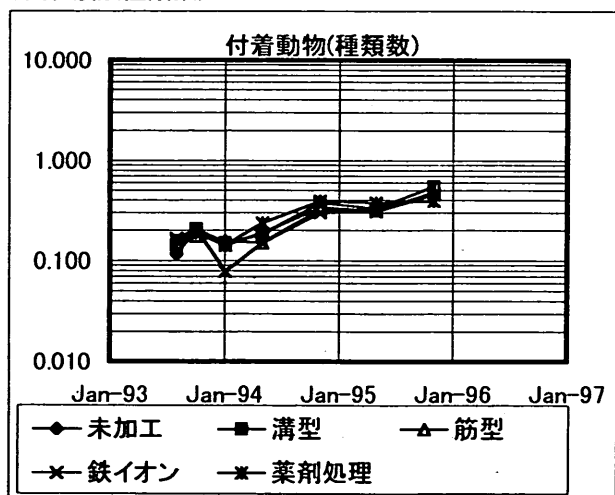


図-a.11(b) 苅田港における遷移度の経時変化
- 付着動物 -

図-a. 6は、コンクリートブロックにレンガや小石により突起をつけた場合の調査もなされている鳥取港における調査結果を示したものである。初期の段階(1~6カ月)で表面に処理を行ったブロックへの海藻類および付着動物類の被度が大きくなっている。海藻類の種類数は一年周期の増減が認められる。

苅田港(図-a. 11)では調査期間を通じて海藻類の種類数の遷移度が0.4以下と小さな値となった。これは試験礁の設置場所に起因して、着生した生物が安定して増えることができない条件にあったものと思われる。また、既存護岸での調査結果からも現存する生物量が大きくないとの結果が得られた。このため、試験礁上にフジツボやイガイの群落が形成されると付着動物の被度の遷移度が急激に増加する傾向が見られる。被度調査結果では浮泥の堆積が認められており、試験礁に堆積する浮泥の量は年々増加する傾向にある。

(2) 各港湾における付着生物量の相対比について

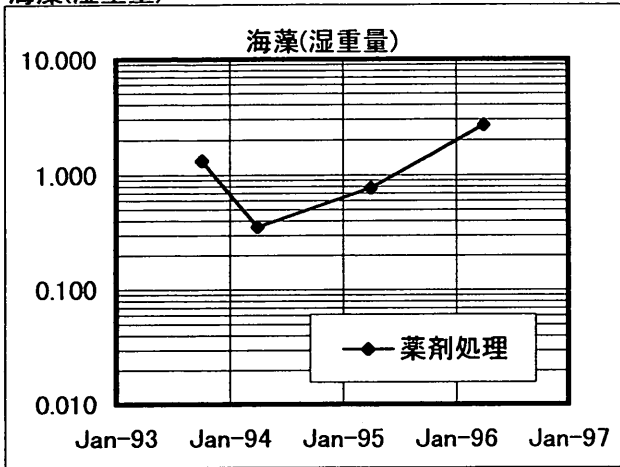
図-a. 12に示す新潟西海岸では、海藻類の湿重量が増加するにつれて付着動物の湿重量が減少する傾向にある。付着動物のほとんどはムラサキガイであり、基質への付着に関する海藻類との競争の結果、付着動物が減少しているものと考えられる。

和歌山港(図-a. 13)および鳥取港(図-a. 14)の場合では、相対比は設置後ほぼ一定である。和歌山港では試験礁の形式による差は小さいと言える。

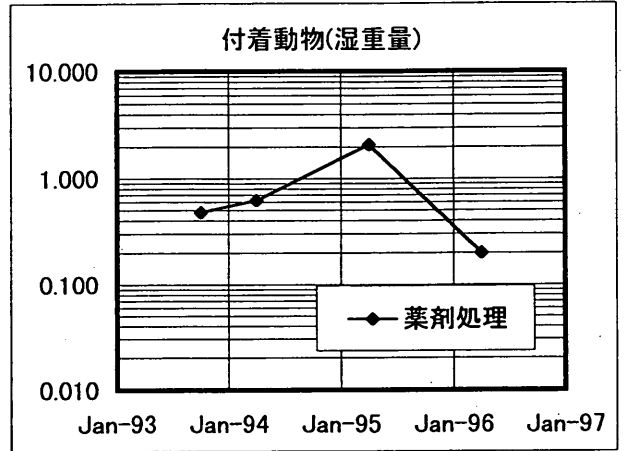
三田尻中関港では設置後1年間程度しかデータが得られていないが、この間に海藻類について被度、種類数の増加が見られる。しかし、三田尻中関港で見られる海藻類はアオサ類やフクロノリ、オゴノリといった漂着性のものが多いこと、試験礁上に浮泥の堆積がみられることから、今後藻場が形成される可能性は低いと思われる。

苅田港については、浮泥の堆積がみられる。これにともなって全体的に生物量の減少がみられる。

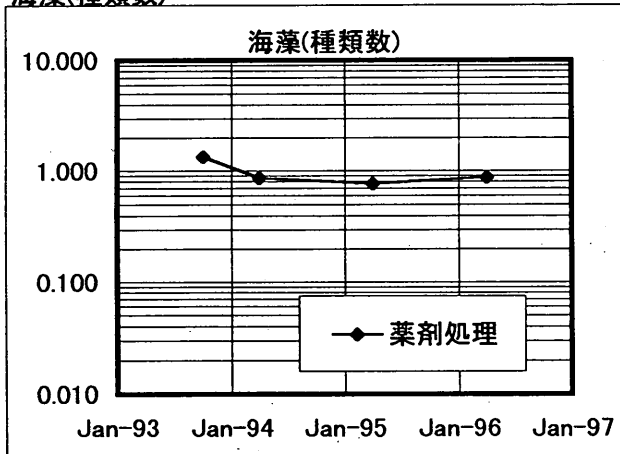
新潟西海岸
 相对比
 海藻(湿重量)



新潟西海岸
 相对比
 付着動物(湿重量)



相对比
 海藻(種類数)



相对比
 付着動物(種類数)

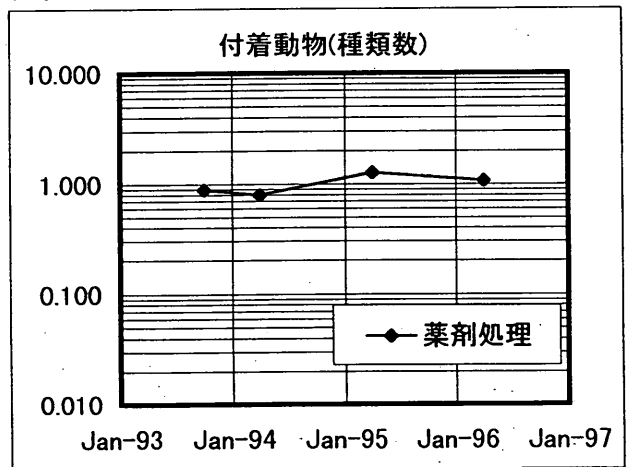
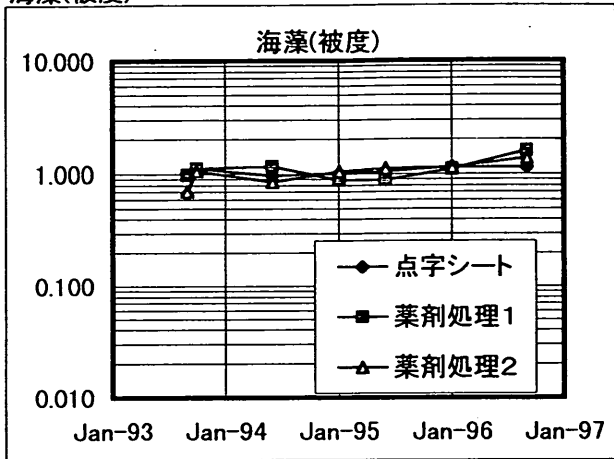


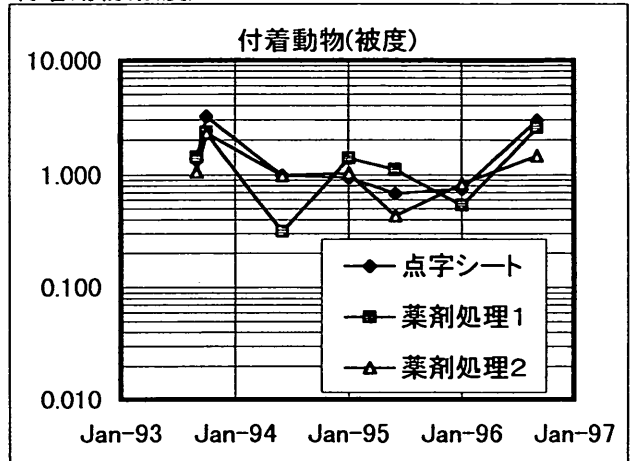
図-a.12(a) 新潟西海岸における生物付着量相对比の経時変化
 -海藻-

図-a.12(b) 新潟西海岸における生物付着量相对比の経時変化
 -付着動物-

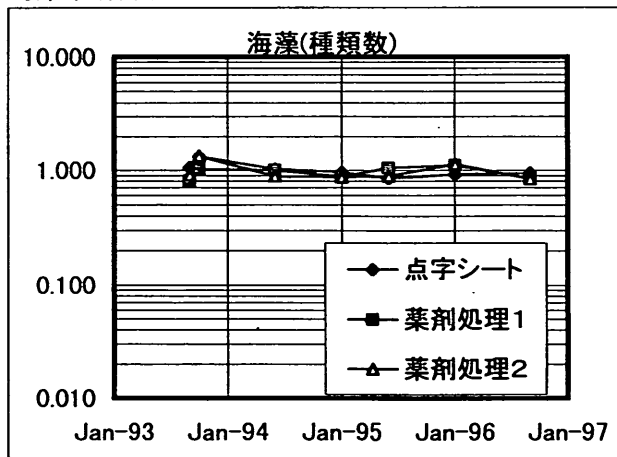
和歌山港
 相対比
 海藻(被度)



和歌山港
 相対比
 付着動物(被度)



海藻(種類数)



付着動物(種類数)

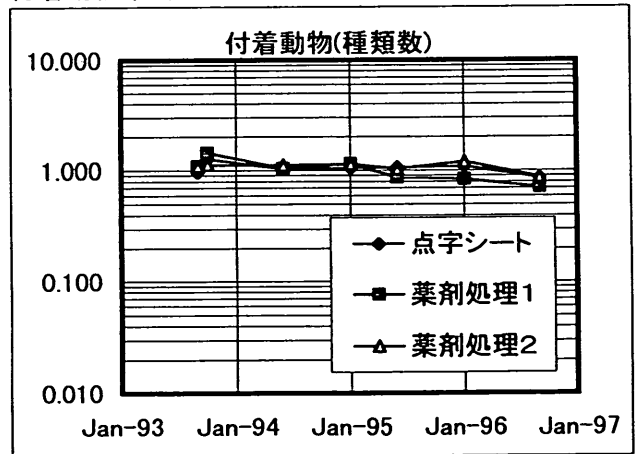
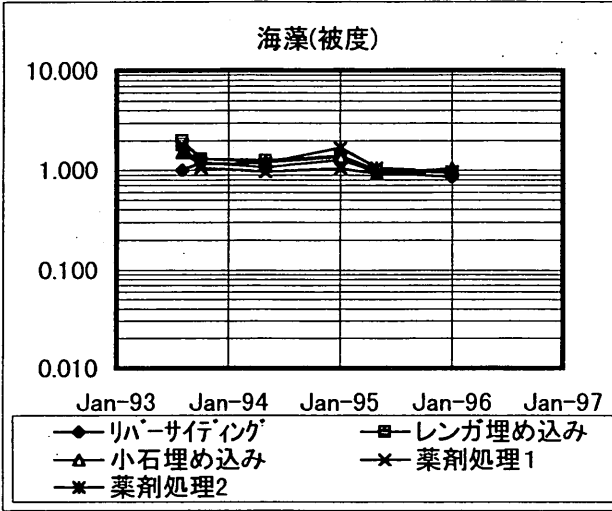


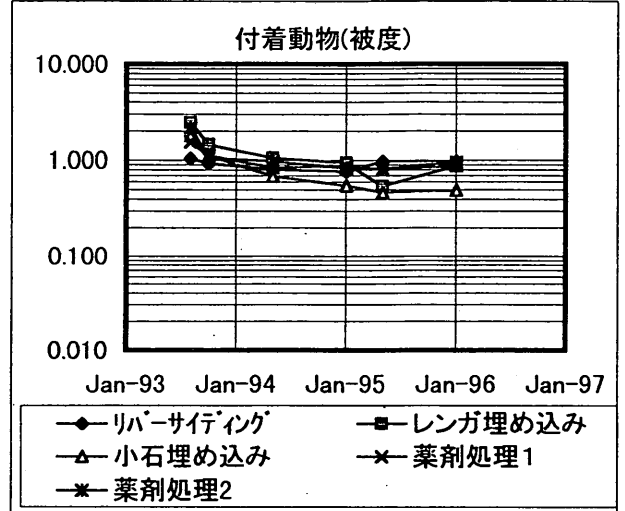
図-a.13(a) 和歌山港における生物付着量相対比の経時変化
 -海藻-

図-a.13(b) 和歌山港における生物付着量相対比の経時変化
 -付着動物-

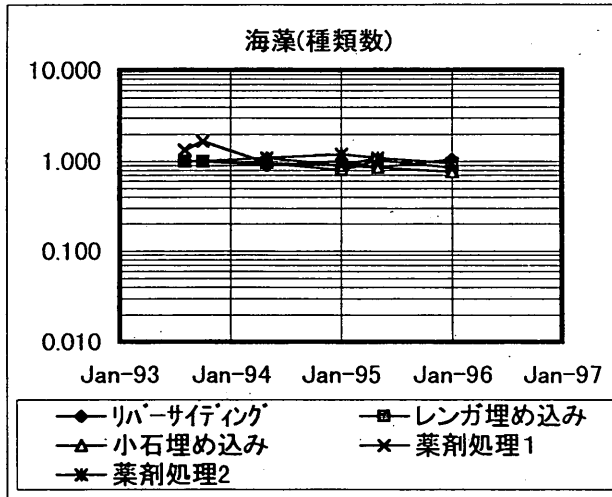
鳥取港
相対比
海藻(被度)



鳥取港
相対比
付着動物(被度)



海藻(種類数)



付着動物(種類数)

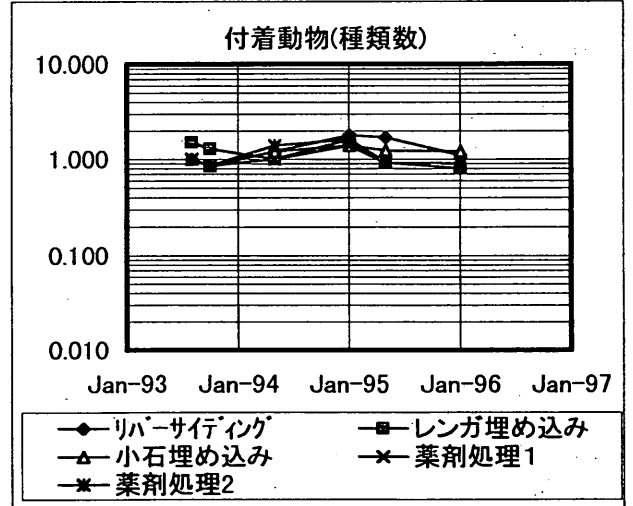
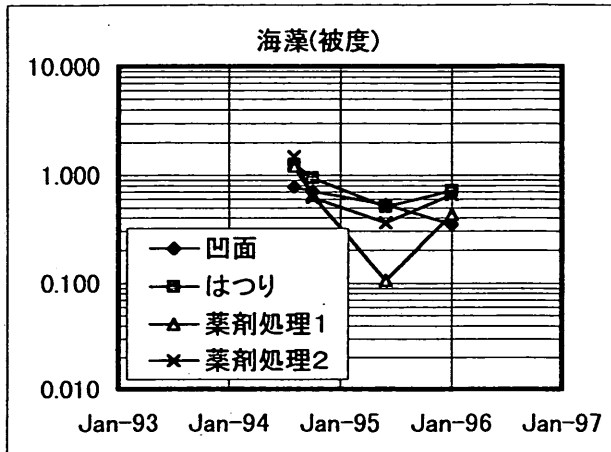


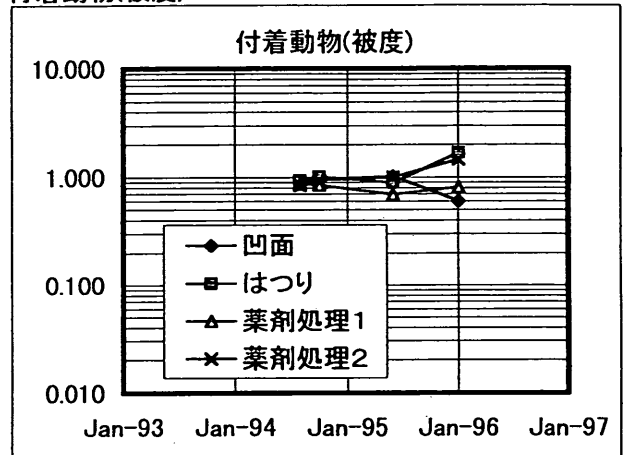
図-a.14(a) 鳥取港における生物付着量相対比の経時変化
-海藻-

図-a.14(b) 鳥取港における生物付着量相対比の経時変化
-付着動物-

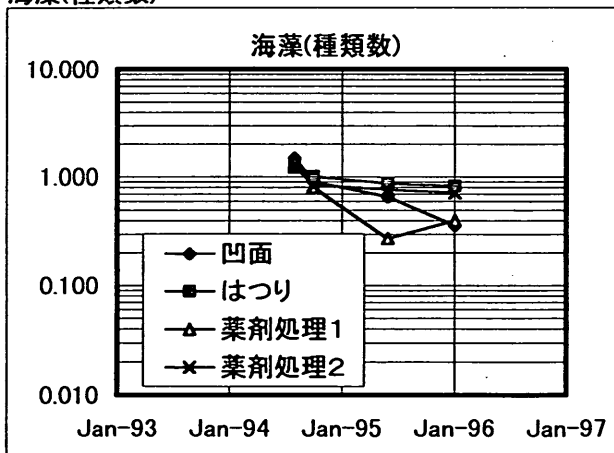
須崎港
 相対比
 海藻(被度)



須崎港
 相対比
 付着動物(被度)



相対比
 海藻(種類数)



相対比
 付着動物(種類数)

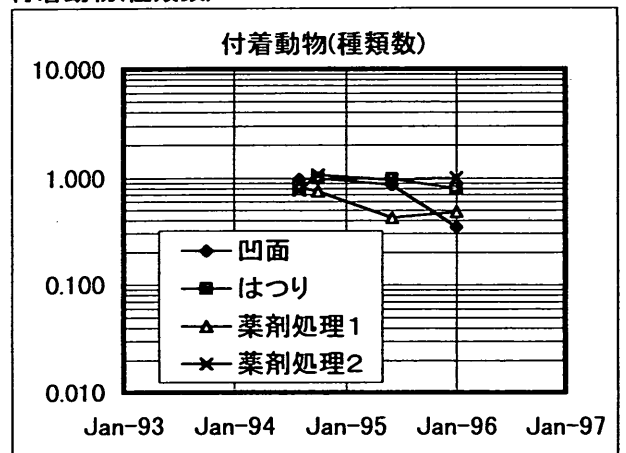


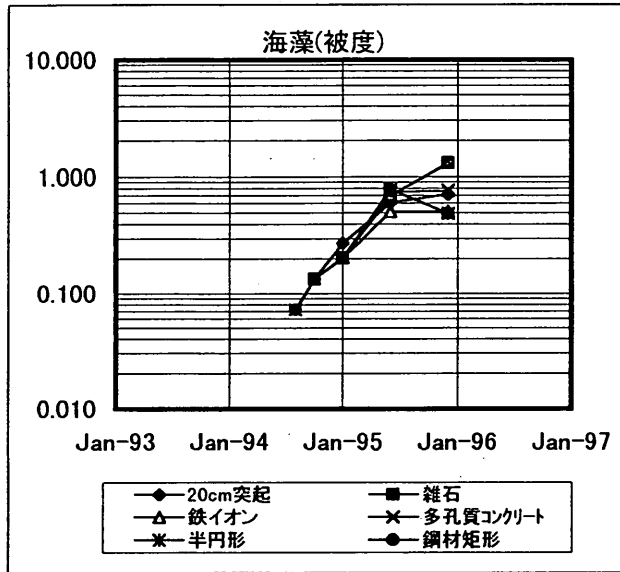
図-a.15(a) 須崎港における生物付着量相対比の経時変化

-海藻-

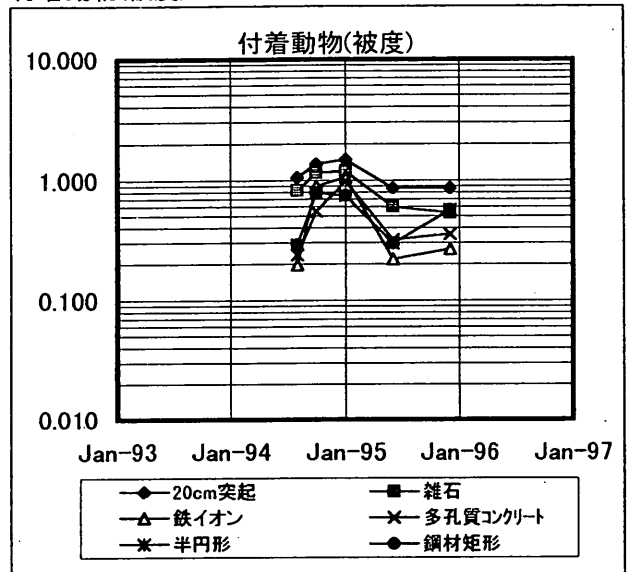
図-a.15(b) 須崎港における生物付着量相対比の経時変化

-付着動物-

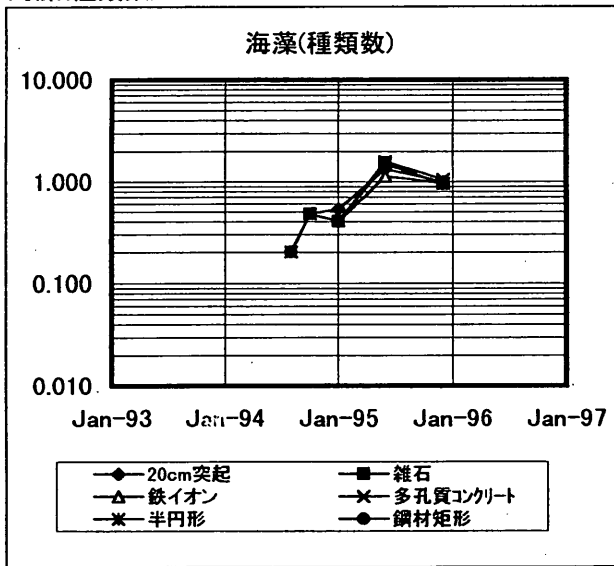
三田尻中関港
 相対比
 海藻(被度)



三田尻中関港
 相対比
 付着動物(被度)



海藻(種類数)



付着動物(種類数)

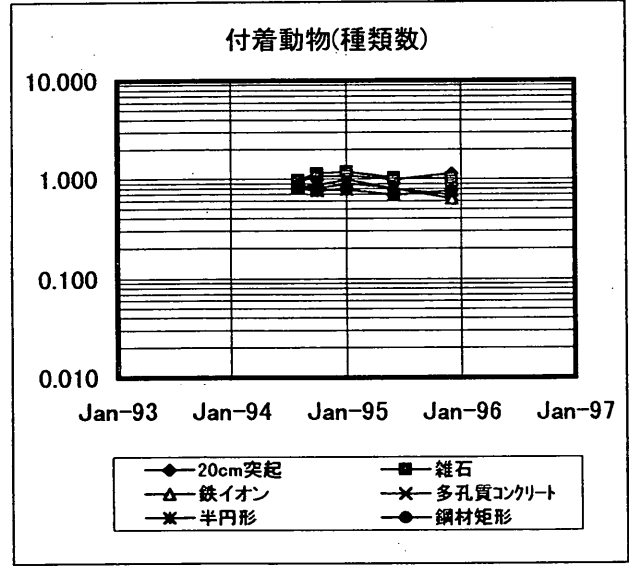
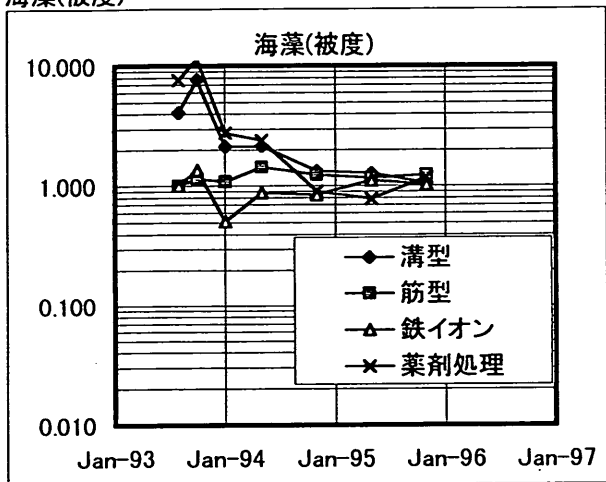


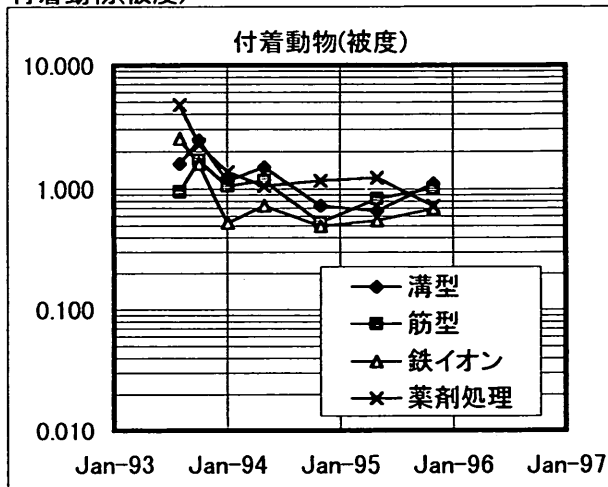
図-a.16(a) 三田尻中関港における生物付着量相対比の
 経時変化-海藻-

図-a.16(b) 三田尻中関港における生物付着量相対比の
 経時変化-付着動物-

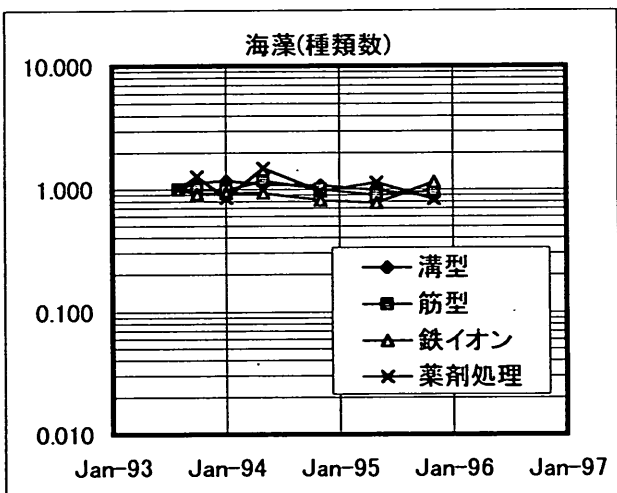
荻田港
 相対比
 海藻(被度)



荻田港
 相対比
 付着動物(被度)



相対比
 海藻(種類数)



相対比
 付着動物(種類数)

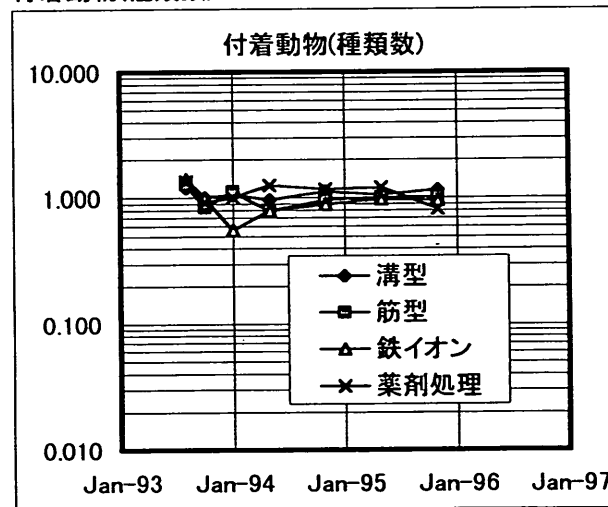
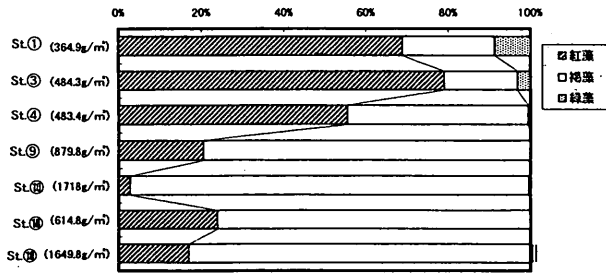


図-a.17(a) 荻田港における生物付着量相対比の経時変化
 -海藻-

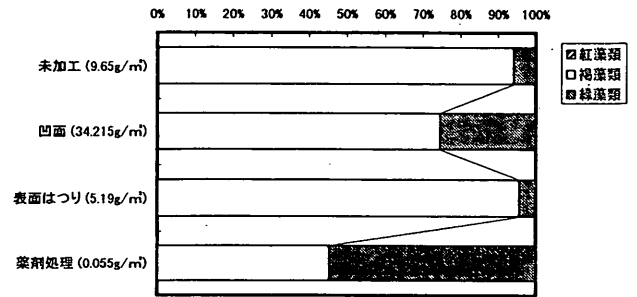
図-a.17(b) 荻田港における生物付着量相対比の経時変化
 -付着動物-

a.2 各港湾における坪刈り調査による定量的な検討

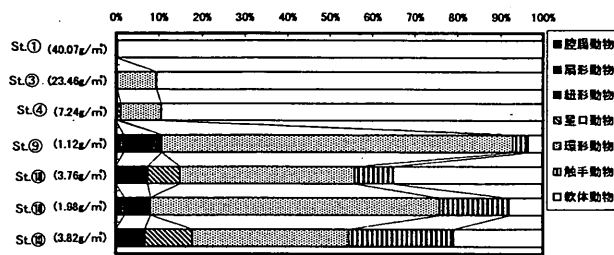
坪刈り調査結果 (新潟西海岸:海藻)



坪刈り調査結果 (須崎港:海藻)



坪刈り調査結果 (新潟西海岸:付着動物)



坪刈り調査結果 (須崎港:付着動物)

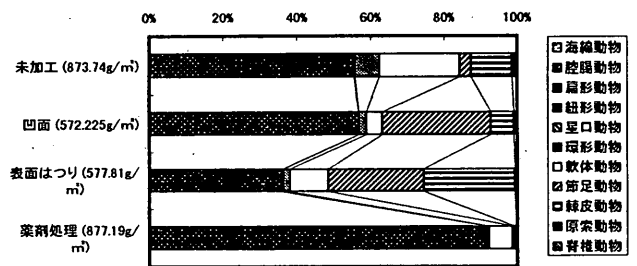
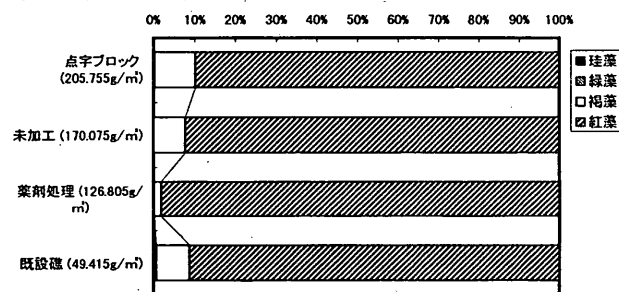


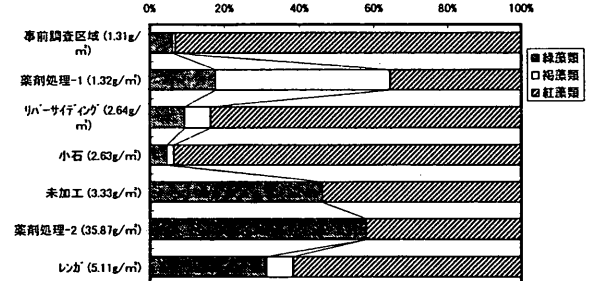
図-a.18 新潟西海岸における坪刈り調査結果

図-a.20 須崎港における坪刈り調査結果

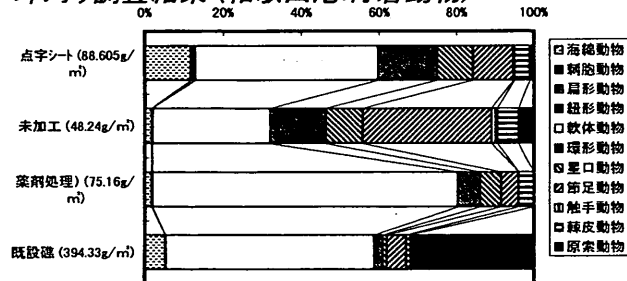
坪刈り調査結果 (和歌山港:海藻)



坪刈り調査結果 (鳥取港:海藻)



坪刈り調査結果 (和歌山港:付着動物)



坪刈り調査結果 (鳥取港:付着動物)

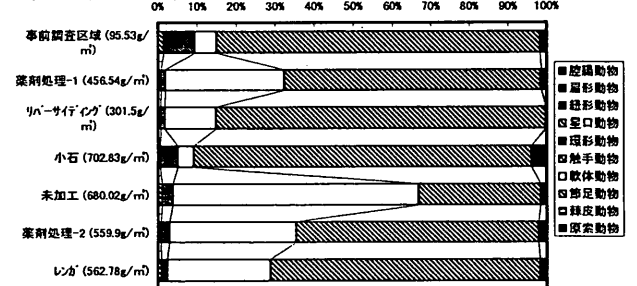
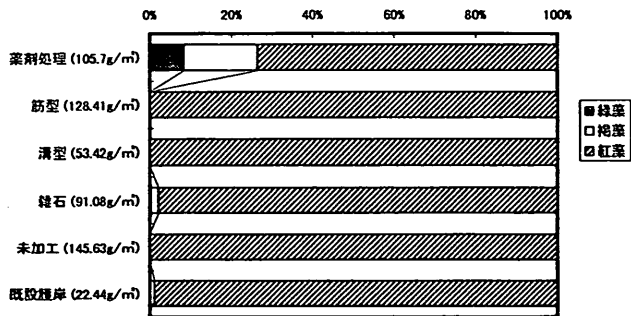


図-a.19 和歌山港における坪刈り調査結果

図-a.21 鳥取港における坪刈り調査結果

坪刈り調査結果 (荇田港:海藻)



坪刈り調査結果 (荇田港:付着動物)

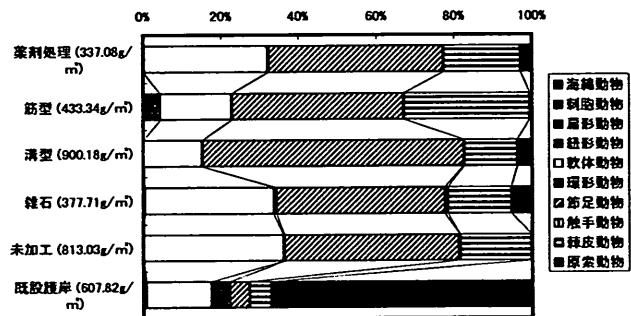
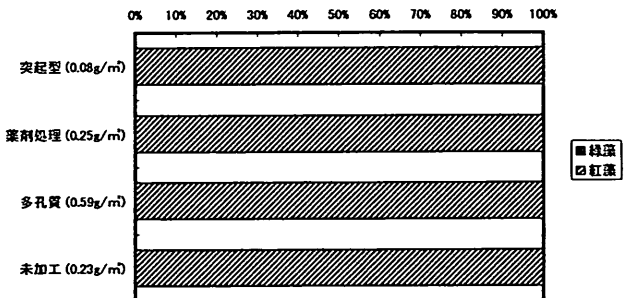


図-a.22 荇田港における坪刈り調査結果

坪刈り調査結果 (三田尻中関港:海藻)



坪刈り調査結果 (三田尻中関港:付着動物)

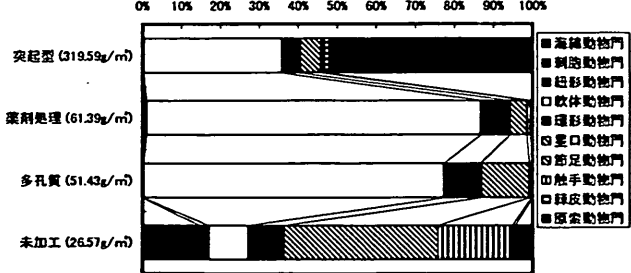


図-a.23 三田尻中関港における坪刈り調査結果

図-a. 18に示す新潟西海岸でSt.⑨、⑩で褐藻類の割合が増加し、海藻類の湿重量が全体として大きくなっているのは、ワカメの群落が形成されているためである。付着動物の湿重量は全体的に小さいが、St.①、③、④ではカサガイやコシダカガンガラといった巻き貝がみられるのに対して、St.⑨、⑩ではゴカイ等の多毛類が多くみられる。

図-a. 19に示す和歌山港でも全体的に付着生物量が小さい。海藻類ではカニノテやフシツナギといった紅藻類の割合が多い。褐藻が10%程度みられるのは、ワカメの着生が確認されているからである。付着動物については、主にフネガイ等の二枚貝やサンカクフジツボ、カンザシゴカイが観察されている。既設礁では、ホヤ等が付着したため、原索動物の割合が30%以上まで大きくなっている。

図-a. 20に示す須崎港ではチヂミトサカやオオトゲトサカ等のソフトコーラル(腔腸動物)が200~800g/m²程度の範囲で分布し、付着生物量全体の40~90%を占めている。

図-a. 21に示す鳥取港ではどの試験礁についても海藻類の着生量が少なく、付着動物についてもサンカクフジツボやアカフジツボといった節足動物が優占する生物群集になっており、試験礁ごとの差違は確認できない。本調査地点の周辺においてガラモ場が水深-5m以浅の地点で確認されているが、試験礁の設置水深は-14.5mでありホンダワラ属が成長するには深すぎる。このため、海藻類の着生が促進されなかったものと考えられる。

図-a. 22に示す荇田港についても海藻類の着生量が少ない。また、調査地点が海水の滞留しやすいところにあるため、浮泥の堆積が顕著である。このような物理的環境条件の地点の海底にブロックを置いているという点で、荇田港のブロックの設置条件は小名浜港の特徴とよく似ている。ただし、荇田港では小名浜港とくらべてさらに濁りが大きいので、固着性の動物の上に堆積する浮泥の量が無視できない。このため、浮泥が固着性の動物を覆ってしまうため、生物量が減少している。今後、この地点では生物相が砂質や泥質の基盤上のものに遷移していくものと考えられる。

図-a. 23に示す三田尻中関港では突起型(高さ20cm)のもので付着動物の着生量が多くなっている。その内訳はホヤ類等の原索動物のほか、ヨコエビ類やカニ類などの蟹類もみられる。これらの小動物が、突起による避難・休息場所の提供や滞留などの効果によって、その周辺に集まっているものと考えられる。

港湾技研資料 No. 881

1997・12

編集兼発行人 運輸省港湾技術研究所

発行人 運輸省港湾技術研究所
横須賀市長瀬3丁目1番1号

印刷所 株式会社ポートサイド

Published by the Port and Harbour Research Institute
Nagase, Yokosuka, Japan.

Copyright C (1997) by P.H.R.I

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.H.R.I

この資料は、港湾技術研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本資料の全部又は一部の転載、複写は、港湾技術研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。