

海洋工事汚濁防止膜への付着生物調査

Growth of Marine Organisms on Pollution Control Fence

前野 賀彦*・大久保 茂樹**・安井 章雄**

Yoshihiko Maeno, Shigeki Okubo, Akio Yasui

The pollution control fences are developed on sites under constructing coastal structures, dredging or reclamation in order to prevent marine pollution. Some of the fences developed for long term are damaged or deteriorated due to the growth of marine organisms on fences. For practical purpose on designing the pollution control fences, the growth of marine organisms have to be quantitatively evaluated. This study investigated their growth on fences at Kan-on marina and Itsukaich sites. The blue mussel is numerically/quantitatively superior. The blue mussel dominates over whole water depth. The average submerged unit weight of each side of fence is 5.0kgf/m². The growth is affected by environmental condition such as temperature of sea water, current velocity, tide and so on. Accumulating field survey of the growth of dominant organisms at many locations, design method for their growth would be proposed.

Keywords:(pollution control fence, marine organisms, field survey)

1. 序 論

沿岸域の開発に伴う海洋工事に際して、周辺環境の保全を目的として汚濁防止膜が広範囲に展開される。その展開の期間は、海洋工事の種類により短期的なものから長期的なものまで多様である。長期間に渡って汚濁防止膜を設置する必要がある場合には、汚濁防止膜に付着する海洋生物による影響を十分に把握する必要がある。例えば、付着生物量が増えれば、その重量を無視することができず、それが設計時に考慮されていないとすれば、汚濁防止膜が沈下したり、波・流れの作用を受けてその機能の一部または全部を失うおそれがある。また、化学的に安定な材料が汚濁防止膜に用いられているとしても、海洋生物の付着により変質する可能性も考えられるところである。

したがって、汚濁防止膜への海洋生物の付着について現地調査を行うことは、膜の設計に際して考慮すべき情報・資料を得るために重要であり有意義なものである。このような海洋生物の付着調査は、以前より防波堤・離岸堤などの海岸構造物について行われており（例えば、武内ら、1990；武内・増田、1991；鉄川ら、1993）、汚濁防止膜についても運輸省等により調査が行われている。しかしながら、これらの調査は、主に個々の海洋工事に伴って行われることが多く、調査海域が限定されており、同一の調査方法により全国的な調査が行われているわけではない。そのため、各調査結果の解釈に当たって統一

的な基準を用いることには多くの問題点を伴っている。そこで、海洋生物の付着に関して統一的な取り扱いの基準となる基本的データの取得を目的として、全国規模で汚濁防止膜への海洋生物の付着調査を開始した。まず、今回は汚濁防止膜への海洋生物の付着調査法の確立のため、水中ビデオ・水中カメラによる撮影や坪刈りによる調査を含め簡便に調査が行える方法を実際に実施することとした。以下に、広島県の観音マリーナ地区と五日市埋立工事地区における調査結果を報告する。

2. 付着生物調査の概要

2.1 調査地点の概要

観音マリーナ整備工事地区および五日市埋立工事地区に展開された海洋工事汚濁防止膜への付着生物の現地調査を、1993年12月8日および9日にそれぞれ行った。

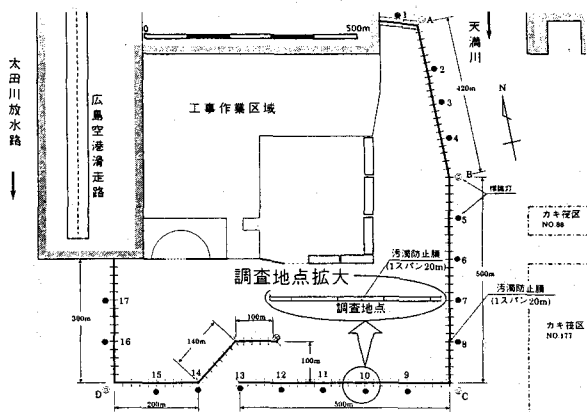


図-1 観音マリーナ地区の汚濁防止膜展開図

* 正会員 日本大学短期大学部建設学科
(〒274 千葉県船橋市習志野台7-24-1)

** 正会員 海洋工事汚濁防止協会

観音マリーナ地区は、広島港の太田川放水路と天満川に挟まれた観音地区に位置しており、海洋性レクリエーション施設整備事業としてマリーナの整備が行われている。整備工事に伴う海域の汚濁防止のため、図-1に示すように汚濁防止膜が展張されている。今回、当地区が河川の流入があることから海水交換が十分に行われており、また、周辺に牡蛎筏や海苔ひびがあるなど生物の付着調査にとって興味があることから、調査地点として選択した。

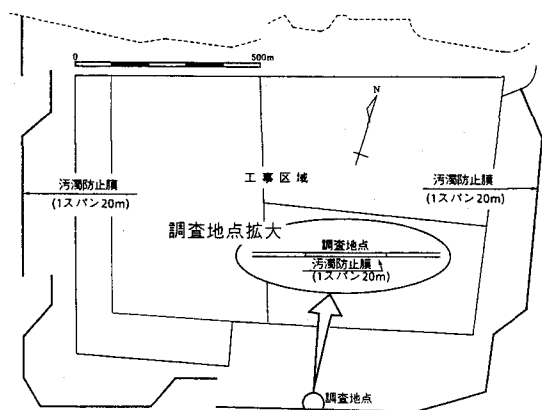


図-2 五日市埋立工事地区の汚濁防止膜展張図

また、五日市埋立工事地区は、広島港の五日市地区港湾環境整備事業に伴い埋立工事が行われている。図-2に示すように汚濁防止膜が展張されている。本地区は、観音地区と同一海域にあるが、観音地区に比べて潮流による海水交換が盛んであると考えられる。

2.2 調査方法

現地調査は以下に示す4つの方法による。

- (1) 水中ビデオによる撮影
- (2) 水中カメラによるスチール撮影
- (3) 優勢種についてのカウント調査
- (4) 坪刈り（掻き取り）による採取・同定

以下に上記の調査方法の概要について述べることにする。

2.2.1 水中ビデオによる撮影

水中ビデオによる撮影は、汚濁防止膜から50cmの距離から行った。汚濁防止膜に沿って張られたリボンメジャーをまず撮影し、海水中の水深を明らかにした上で、カメラを水平にゆっくりと移動することにより、汚濁防止膜上に付着した海洋生物の観察を行った。

観音マリーナ地区では、図-1に示した観音マリーナ整備工事全体平面図の工事ブロックナンバー2、7、10の3地点において水中ビデオ撮影を行った。調査地点2は、天満川の河口に位置し淡水の流入による影響が最も大きいと考えられる地点であることから選点された。調査地点7は、汚濁防止膜の沖側に近接して牡蛎の養殖筏があり、牡蛎の付着の可能性が最も高いと期待されることから選点された。調査地点10は、最も水路側に近く海水交換が良好と考えられることから選ばれた。

五日市埋立工事地区についても、観音マリーナ地区と同様に水中ビデオにより撮影を行った。今回は、リボンメジャーの代わりに図-3に示す幅9m高さ9mで一辺1mとなるように幅10cmのテープで格子状に作成されたメジャーを汚濁防止膜に沿わせて設置することにより観測位置の目安とした。このメジャーの利用により調査地点の正確な位置を把握できる。特に海洋生物の付着の鉛直分布等の調査に当たっては調査位置の特定が重要となることからメジャーの使用は有効と考えられる。

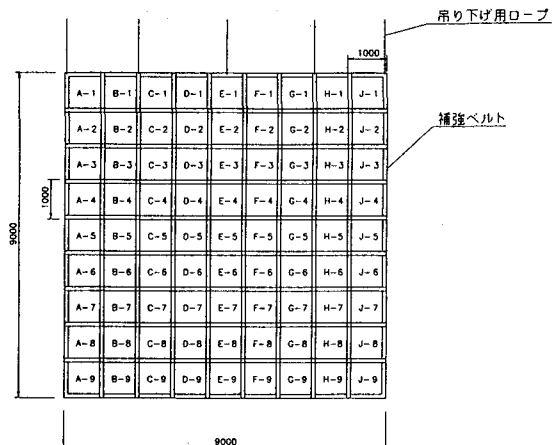


図-3 汚濁防止膜生物付着計測用ネット

撮影は、膜の内水面については膜の上端から9層に分け第1層目から水平にメジャーに沿って撮影を行い、第1層が終了した地点で第2層に移り第2層を水平に撮影し、それを繰り返し全層の撮影を行った。撮影時間が相当掛かると各層の水平方向で付着状況に差異が認められないことから、水平撮影を9mに渡って行う必要がないと判断して膜の外側については3mの範囲について水平撮影を行い9層全層の撮影を行った。

2.2.2 水中カメラによるスチール撮影

さらに、観音マリーナ地区および五日市埋立工事区で、幅9m高さ9mで1辺1mの格子状メジャーを汚濁防止膜に沿わせて、水平方向に9個ある格子の内1つを選び、その格子を基準とする鉛直方向に9個の格子について、1m²の各格子中の右下隅50cm四方の写真撮影を行った。本撮影の目的は、水中ビデオによる撮影が機材の準備・ダイバーの習熟度・撮影時間の制約等から今後毎回実施することが困難と考えられるので、従来より一般的に行われている写真撮影による付着生物の確認法を試してみた。しかしながら、写真撮影による場合には現場での確認作業ができないため調査終了後に写真の解明度が不十分であっても再撮影が困難である等の問題がある。今回もハレーション・光量不足・フォーカシングの問題から、鮮明な写真を得ることができなかった。簡便な調査法として期待が高かったことから、他の方法も含め改善策を考える必要がある。

2.2.3 優勢種に関するカウント調査

観音マリーナ地区および五日市埋立工事地区共に、水

中カメラによりスチール撮影を行った1 m四方のスケールの右下隅50 cm四方を対象として、図-3に示したスケールの位置番号C1からC9の9ヶ所の内奇数番号の位置5ヶ所にてカウント調査を実施した。その場合、ムラサキイガイやマガキのように重なって付着する生物種については、目視により確認できる個体数とした。また、個体数が多いか個体の個々の大きさは小さいが付着面積による把握が可能なものは単位面積に対する付着面積の割合により付着率として表示した。

2.2.4 坪刈りによる付着生物調査

観音マリーナおよび五日市埋立工事地区共に、2.2.3におけるカウント調査と同様に水中カメラによるスチール撮影を行った1 m四方のスケールの右下隅50 cm四方を坪刈りし、その水中重量と重量を測定した。その場合、図-3に示したメジャーの上層から下層にかけて9層全層について、つまりC1～C9まで9ヶ所にて調査を行った。さらに、坪刈りした付着生物のサンプルを5%から10%に希釈したホルマリン溶液に浸しジッパー付きビニール袋に入れた上で蓋付きバケツに保存した。付着生物種の分析も行っているが、今回は付着生物量について調査結果を報告する。付着生物相の分析により各生物種の付着密度や採取地点の水質特性の推定が可能と考えられ、坪刈り調査は有効と考えられる。

3. 調査結果と考察

3.1 汚濁防止膜への付着生物の優勢種

水中ビデオによる目視観察によれば、ムラサキイガイが最優先種であった。その他の優先種としては、膜の上部ではマガキやサンカクフジツボが、下部ではムラサキイソカイメンやホヤ群体があげられる。水中ビデオによる観測は、船上で撮影と同時に多くの観測者により状況判断ができるなど有効な手法であることが確認できた。

水中ビデオによる調査の結果によれば、観測点の違いや膜の内外の違いによる海洋生物の付着特性に極端な差異は認められない。全体的に共通した付着特性としては以下のものが指摘できる。

- (1) 藻類の付着はフロート部を除いてほとんどない。
- (2) 膜への付着生物の最優勢種はムラサキイガイである。
- (3) 膜の内水側と外側での付着特性に大きな差異はない。
- (4) 膜の全層に渡ってムラサキイガイが付着している。
- (5) 膜の末端にある鉄鎖にムラサキイガイが多く付着している。

以上の目視による観測結果を定量的に裏付けるために、カウント調査を行った。観音マリーナ地区と五日市埋立地区の両地区について以下に調査結果を示す。

表-1(a)、(b)に示す観音マリーナの汚濁防止膜への付着生物のカウント調査結果によれば、膜の全層に渡って優勢種はムラサキイガイで、他にマガキ、サンカクフジツボ、カンザシゴカイ科、ダジ亜科、ムラサキイソカ

イメンやホヤ群体が優勢種である。ムラサキイガイは膜の内外共同様に全層に渡って付着しているのが確認できる。マガキは膜の上層に限られており、どちらかという海水交換の良い膜の外側における付着率の方が高い。サンカクフジツボは、海水交換の良好な膜外側に全層に渡り付着しており、上層で最も多く付着している。この場合、ムラサキイソカイメンやホヤ群体は低層で若干見られるだけで、全層でみられる膜内側とは異なった傾向を示している。

表-1 観音マリーナ地区の付着生物調査

(a) 汚濁防止膜内側

付着生物	C1	C3	C5	C7	C9
ムラサキイガイ	60% (148)	80% (207)	90% (249)	80% (178)	60% (136)
マガキ	(4)	(1)			
サンカクフジツボ	30%	R	R		
フサコケムシ					
アサ属					
エビヤ					R
カンザシゴカイ科	R	R	R	R	R
マホヤ					
ダジ亜科		R			
ハネモ					
ムラサキイソカイメン		R	10%	10%	10%
フタウラ					
ホヤ群体	R	R	10%	20%	30%
ユズタマカイメン					
イギンシヤク					

※R: 5%未満 () 内: 個数

(b) 汚濁防止膜外側

付着生物	C1	C3	C5	C7	C9
ムラサキイガイ	80% (151)	90% (234)	90% (221)	80% (162)	80% (173)
マガキ	(6)	(2)	(1)		
サンカクフジツボ	90%	R	R	R	R
フサコケムシ					
アサ属	R				
エビヤ					
カンザシゴカイ科		R	R		R
マホヤ					
ダジ亜科		R	R		
ハネモ					
ムラサキイソカイメン				R	R
フタウラ					
ホヤ群体				10%	R
ユズタマカイメン					
イギンシヤク					

※R: 5%未満 () 内: 個数

また、表-2(a)、(b)に五日市埋立工事地区の汚濁防止膜への付着生物のカウント調査結果を示す。それによれば、観音マリーナ地区と同様に、最優勢種はムラサキイガイで膜の全層に渡って付着している。その付着率の傾向は観音マリーナに比べて上層で高く低層で低くなっている。マガキについても観音マリーナと同様に膜の上層に付着しているのが認められる。付着率は膜の外側の方が内側に比べて大きくなっている。この傾向は観音マリーナよりも顕著である。それは、五日市地区の方が観

音マリーナ地区に比べて潮流の影響を受け海水交換が良好であることによると考えられる。また、優勢種であるサンカクフジツボは膜の上層、水面から1 mの地点に多く付着しており、低層に行くに従って減少している。その他の優勢種の数、観音マリーナに比べて多くなっていることから、海水交換が良好であり生態系としてより安定した状態にあると推定される。膜の内側では、ホヤ群体、ユズタマカイメンやイソギンチャクなど比較的水質の悪い場所に強い種が生息している。

表－2 五日市埋立工事地区の付着生物調査

(a) 汚濁防止膜内側

付着生物	C1	C3	C5	C7	C9
ムラサキガイ	50% (231)	90% (219)	80% (185)	60% (147)	10% (62)
マカキ	(5)	(6)	(1)		
サンカクフジツボ	90%	R	R		
フサコケムシ	R				
アサ属	R				
エホヤ	R	R			
カンザシカイ科		R	R	R	
マホヤ					
ダシ亜科					
ハネモ					
ムラサキイカイメン		R	R	10%	
フタラ					
ホヤ群体	R	R	10%	10%	R
ユズタマカイメン				10%	R
イソギンチャク		R	R		

※R：5%未満 () 内：個数

(b) 汚濁防止膜外側

付着生物	C1	C3	C5	C7	C9
ムラサキガイ	40% (120)	90% (262)	90% (208)	78% (178)	20% (56)
マカキ	(3)	(18)	(9)		
サンカクフジツボ	90%	10%	R	R	
フサコケムシ				R	R
アサ属	R	R			
エホヤ	R			R	R
カンザシカイ科	R	10%	R		
マホヤ					R
ダシ亜科	R				
ハネモ	R				
ムラサキイカイメン		R	10%	20%	R
フタラ				R	
ホヤ群体				10%	R
ユズタマカイメン					
イソギンチャク					

※R：5%未満 () 内：個数

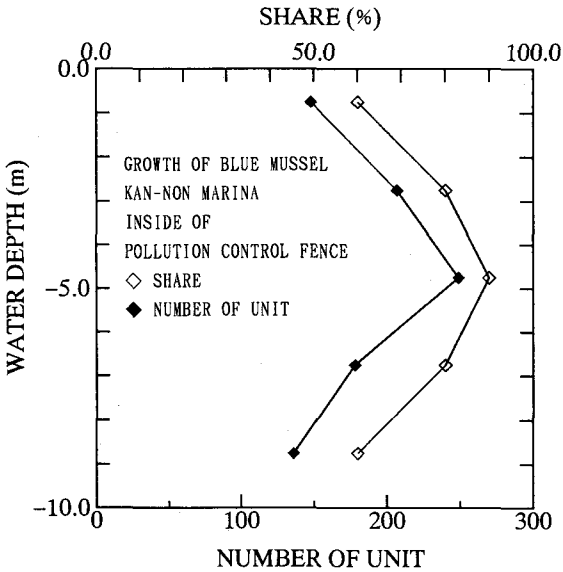
3.2 ムラサキガイの膜への付着の鉛直分布

汚濁防止膜の設計に際して重要となるのは、付着物の垂直分布と付着重量である。3.1で述べたとおり膜への付着生物の最優勢種はムラサキガイである。そこで、ムラサキガイの膜への付着率の鉛直分布について検討することにする。

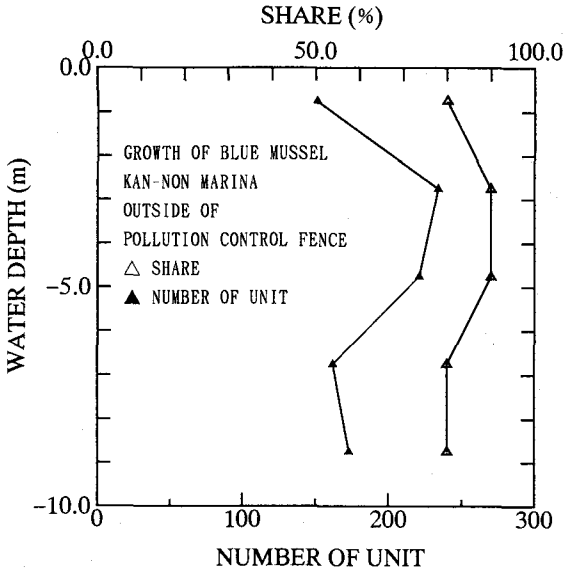
坂口(1993)は、ムラサキガイの生息水深は、付着基質・海域・海象条件により異なるとしている。一例とし

て、大阪湾におけるコンクリート護岸への付着調査によれば、ムラサキガイの付着の上限はほぼ平均干潮位で、下限はほぼ極大干潮位付近であるとしている。また、その付着範囲の決定要因について、細見(1978)によれば上限は空気に触れる率が30～88%以上の条件の乾燥によるとし、下限はカサネカンザシやホソフサコケムシとの間の生存競争によるものとしている。

観音マリーナおよび五日市埋立区におけるムラサキガイの付着率と付着個数について、図－4、図－5にそれぞれ示した。



(a) 汚濁防止膜内側

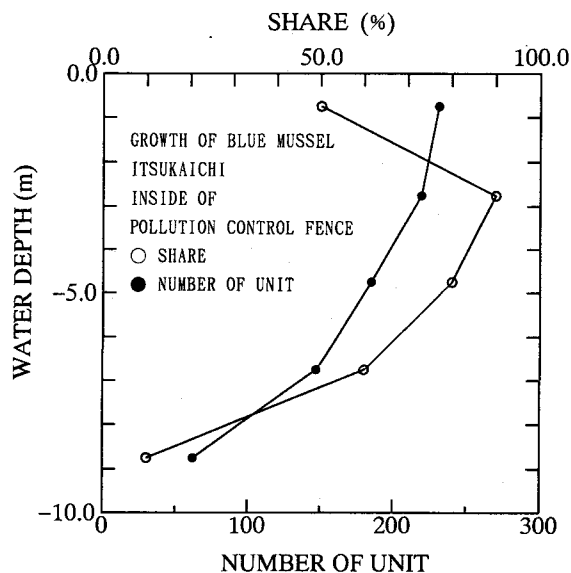


(b) 汚濁防止膜外側

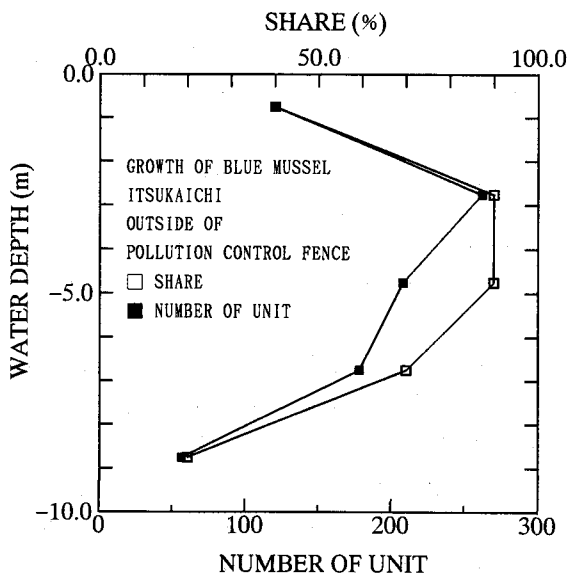
図－4 観音マリーナ地区のムラサキガイの付着

それによれば、ムラサキガイの付着率・個体数共に同じ傾向を示しており、指標としてどちらを用いても良いと考えられる。図－4に示す観音マリーナについての結果によれば、膜の内側では水深5 m付近に付着率のピークがあり、膜の外側では水深2.5 m～5.0 mにかけて付着率が高いことを示している。図－5に示す五日市埋立

区についての結果によれば、膜の内側では、個体数が膜の上層で多くっており、付着率は水深3 m付近でピークを示している。この場合、個体数の傾向と付着率の傾向が若干異なっているのは、膜の上部でムラサキガイの個体数が増えているのに個体の大きさが小さくなっていることによるものと考えられる。また、膜の外側では、個体数・付着率ともに同様の傾向を示しており、水深3 m～5 mにかけて付着率のピークを示している。



(a) 汚濁防止膜内側



(b) 汚濁防止膜外側

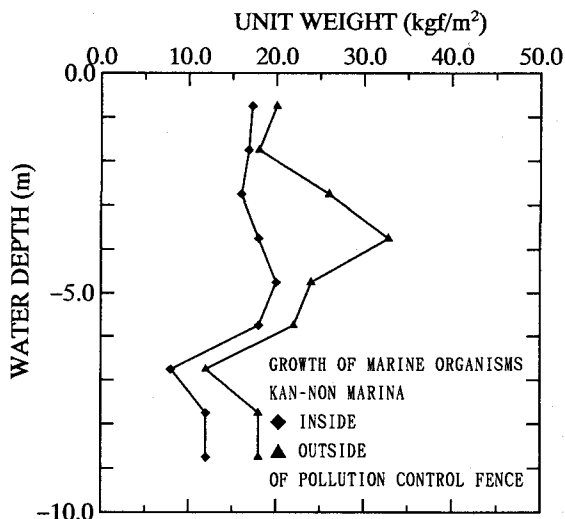
図－5 五日市埋立工事地区のムラサキガイの付着

今回の汚濁防止膜への付着調査結果によれば、水深3～5 mの範囲が最も付着量が多く水深10 mにおいても付着が確認された。浮沈式の汚濁防止膜の場合には、干満に応じて膜が浮沈するため、膜に付着したムラサキガイが干出することはない。坂口・新島(1993)によれば、ムラサキガイの干出耐性は、干出時間と干出温度に依存するとしている。また、干出耐性は、0～10℃の低温で最も強く、15℃以上になると温度の上昇に伴い耐性が

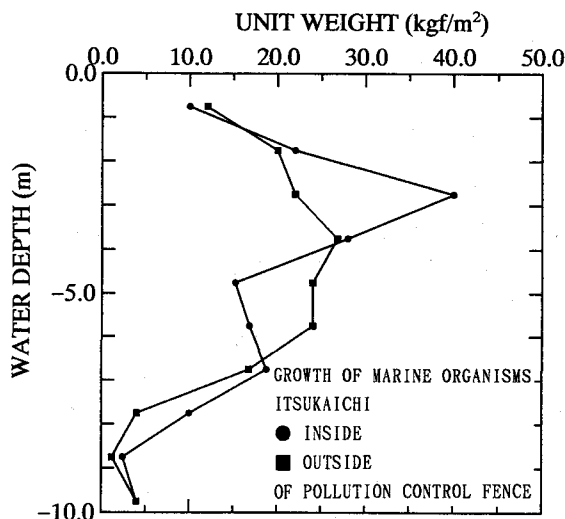
低下し、40℃で干出耐性は約1時間になるとしている。固定式の間中フロート型などでは、膜の太陽光による温度上昇を利用して、干潮時に膜が海面上に浮遊する間にムラサキガイを死滅させる方法も考えられる。今後、全国規模の調査を継続することにより海域や付着基質の違いによる付着特性を明らかにすることが可能と考えられる。

3.3 膜への付着生物重量の鉛直分布

3.2において最優勢種であるムラサキガイの膜への付着の鉛直分布について述べたが、汚濁防止膜の設計に用いる場合には、すべての付着生物の重量を対象とするものと考えられる。そこで、本節では、全付着生物の重量の鉛直分布について検討する。



(a) 観音マリーナ地区



(b) 五日市埋立地区

図－6 汚濁防止膜への付着生物量の鉛直分布

図－6に示した膜への付着生物量の鉛直分布によれば、観音マリーナ地区では、膜の外側の方が内側よりも全層で付着重量が大きくなっている。また、膜の外側では水深4 m付近における付着重量が最も多く、ムラサキガイ

イの付着率の高い位置に対応している。五日市埋立地区では、膜の内側で水深3 mの付近に付着重量のピークがある。この位置も最優勢種のムラサキガイの付着率のピーク位置に対応している。膜の内外における付着重量の顕著な相違は、観音マリーナ地区とは異なり認められない。両地区の付着生物重量は共に、最も付着重量の大きい水深位置においては、平均25.0kgf/m²程度であり、ピークでは40.0kgf/m²を越える場合も認められた。

坂口(1993)によれば、東京湾内のコンクリート岸壁の最干潮面上下1 mの範囲における海洋生物の平均付着量は25.0kgf/m²であるとしている。図-6(a)、(b)に示した観音マリーナ・五日市埋立地区における付着生物量も、坂口(1993)の指摘した値25.0kgf/m²とほぼ一致している。

以上の膜への付着生物量の調査結果を膜全体における付着重量に換算した場合には相当大きな値となることも考えられる。そこで、海水中でこれらの付着生物は浮力を受けることから、海水中における付着重量について検討することにする。

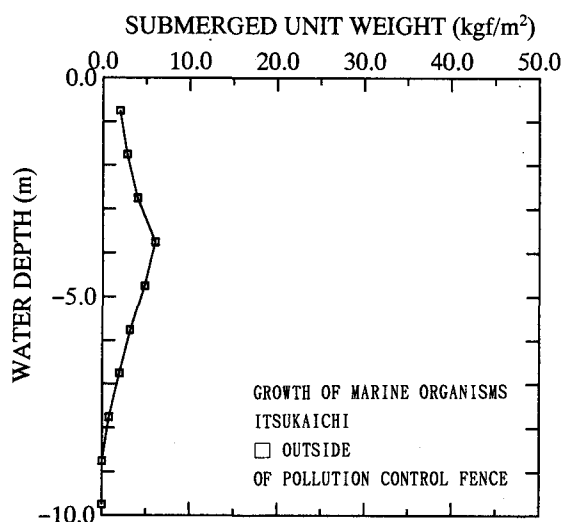


図-7 五日市地区膜外側海洋生物付着海水中重量

図-7に一例として五日市埋立地区の膜外側における付着生物の海水中重量の鉛直分布を示した。それによれば、図-6(b)に示した付着生物重量の鉛直分布の結果と同様の傾向を示しているが、海水中で浮力を受けるため重量自体は相当小さくなっており、ピークの値で約4分の1程度に減少している。ピーク付近の水深における平均値としては、5.0kgf/m²程度である。付着生物の各個体の比重や生物相の詳細が現状では明かではないので、海水中における付着重量の設計上の目安を与えることには慎重であるべきであるが、今後調査が継続されることにより解明されることが期待される。

結 論

本調査研究により以下の結論を得た。

- (1) 広島港観音マリーナ整備地区および五日市埋立工事地区に設置された汚濁防止膜への付着生物の最優勢種は、ムラサキガイである。その他の優勢種とし

ては、膜の上部ではマガキ・サンカクフジツボで、膜の下部ではムラサキイソカイメン・ホヤ群体である。

- (2) 汚濁防止膜へのムラサキガイの付着率・付着個体数の大きいのは、水深3 m～5 mの範囲である。付着率は減少するものの水深10 mにおいても付着が確認された。
- (3) 汚濁防止膜への付着生物量は水深3 m～5 mの範囲に多く、この範囲における平均付着重量は25.0kgf/m²であり、ほぼ坂口(1993)の東京湾コンクリート護岸への付着生物量調査結果と一致している。汚濁防止膜の場合には、岸壁とは異なり膜の内外両面への付着があることから、50.0kgf/m²の平均付着重量と換算される。
- (4) 汚濁防止膜への付着生物の水中重量は、意外と少なく平均5.0kgf/m²である。膜の内外両面で10.0kgf/m²の平均付着水中重量となる。

謝 辞

本調査は、海洋工事汚濁防止協会技術委員会の調査研究の一環として行ったものであり、調査に当たっては、委員会のメンバーの協力を得た。ここに、心より感謝の意を表する。

参考文献

- 坂口勇(1993)：ムラサキガイの生態、「最近の無公害生物付着防止技術の現状と将来展望」講習会テキスト、工業技術会、pp. 4-1～4-4.
- 坂口勇・新島恭二(1993)：冷却水路系におけるムラサキガイ等の付着生物防除対策－温風処理および固形物擦過法－、「最近の無公害生物付着防止技術の現状と将来展望」講習会テキスト、工業技術会、pp. 4-5～4-12.
- 武内智行・宮本義憲・増田亨(1990)：防波堤周辺の水産生物生息分布状況調査－瀬棚港を例として－、海岸工学論文集、第37巻、pp. 828-832.
- 武内智行・増田亨(1991)：松前港における水産生物分布状況調査、海岸工学論文集、第38巻、pp. 921-925.
- 鉄川精・島田広昭・井上雅夫(1993)：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、Vol. 9、pp. 397-402.
- 細見彬文(1978)：ムラサキガイの垂直分布について、貝類学雑誌Venus、第37巻、No. 4、pp. 205-216.