

日本船舶振興会昭和47年度補助事業
“船舶の防食防汚方法の開発に関する研究”

研究資料 No. 186-1

第141研究部会

安全性の高い長期防汚塗料の 開発研究

報 告 書

(1)

昭和48年3月

社 団 法 人

日本造船研究協会

はしがき

本研究は、日本船舶振興会の昭和47年度補助事業「船舶の防食防汚方法の開発に関する研究」の一部として日本造船研究協会第141研究部会においてとりまとめたものである。

本研究部会の委員は、次のとおりである。

第141研究部会委員名簿（敬称略、順不同）

部会長	岡田正三（大阪商船三井船舶）
幹事	石井信夫（日本郵船）大串順（日本ペイント）
	大河内輝義（防衛庁）金井一十三（昭和海運）
	川島正一郎（日本油脂）賀田秀夫（東京商船大学）
	国広敏之（日立造船）小坂昌也（東海大学）
	佐野隆一（関西ペイント）鈴木裕（東京水産大学）
	瀬尾正雄（）高橋弘孝（三菱重工業）
	馬渡静夫（国立科学博物館）宮島時三（東京商船大学）
	三好貢（神東塗料）森田静泓（軽金属協会）
	横見敏雄（大阪商船三井船舶）早稻田瑞秋（中國塗料）
委員	石川清（鉄道技術研究所）坂井在広（カナエ塗料）
	岡本治郎（三菱重工業）片山勇（出光タンカー）
	唐沢孝夫（三光汽船）河島信久（尾道造船）
	清田正明（中川防蝕工業）駒野啓介（日本鋼管）
	近藤忠夫（日本造船工業会）坂井欣一（海上保安庁）
	末岡恒美（飯野海運）鈴木省輔（函館ドック）
	寺田泰治（日本海事協会）中根健三（川崎重工業）
	長尾実三（名村造船所）西川孝寛（東亜ペイント）
	能勢義雄（中國塗料）服部堅一（住友重機械工業）
	福井康夫（山下新日本汽船）藤敬輔（石川島播磨重工業）
	藤井勝三（白杵鉄工所）鳴谷四郎（三井造船）
	綿尾悟朗（佐世保重工業）宮本高明（千葉大学）
	山田光二（新日本製鐵）高木勇（神東塗料）
	奥山孝志（日本中型造船工業会）大西正次（日本アマコート）
	真田良（日本船主協会）丸山裕規（三井金属鉱業）
	阿部晃（日立造船）野口征生（佐世保重工業）
	神例昭一（住友重機械工業）高屋鋪尚史（出光タンカー）

廣田信義（三菱重工業）仙波亨（東亜ペイント
村上正三（日本油脂）竹本勲（日本ペイント
諏訪部伝司（神東塗料）二宮守之（中國塗料
青木精二（神戸ペイント）萩原広治（海上保安庁
中山久雄（大日本塗料）

目 次

1. 文 献 調 査	1
1. 1 目 的 ・ 意 義	1
1. 2 方 法 ・ 経 過	1
1. 3 文 献 調 査	1
1. 3. 1 一般文献、単行本、文献集	1
1. 3. 2 汚損生物関係	2
1. 3. 3 防汚関係	4
2. 汚損生物の基礎的研究	6
2. 1 汚損生物の分類分布季節消長に関する研究	6
2. 1. 1 目的と意義	6
2. 1. 2 方法、準備	6
2. 1. 3 付着重量の変化	8
2. 1. 4 汚損生物の分類と分布	10
2. 1. 5 フジツボ類の分布・生長・季節消長	13
2. 2 汚損生物の発生・着生・生理に関する研究	19
2. 2. 1 目的・意義	19
2. 2. 2 研究計画と経緯	19
2. 2. 3 淡水産クロレラの培養	19
2. 2. 4 広島水域提供海産クロレラの培養	21
2. 2. 5 応徵研提供海産クロレラの培養	22
2. 2. 6 淡水産クロレラの海水馴化	22
2. 2. 7 スライムの発達	23
2. 3 汚損の実態に関する研究	25
2. 3. 1 内航船とくに鉄道連絡船の調査	25
2. 3. 2 外航船の調査	28
3. 新防汚剤探求の研究	34
3. 1 生物検定法の研究	34
3. 1. 1 目的・意義	34
3. 1. 2 生物検定法の開発	34
3. 1. 3 アルテミアスケールの研究	34
3. 1. 4 クロレラスケールの研究	39
3. 1. 5 アオノリを用いる方法	41

3. 1. 6 3種の生物検定法による結果の総合評価	4 3
3. 2 各種防汚剤の安全性試験	4 8
3. 2. 1 まえがき	4 8
3. 2. 2 試料	4 8
3. 2. 3 方法および結果	4 8
3. 2. 4 考察	5 4
3. 3 新薬物の試用試験	6 4
3. 3. 1 目的・意義	6 4
3. 3. 2 方法・経過	6 4
3. 3. 3 生物検定による塗膜溶出液の防汚性	6 5
3. 3. 4 浸漬による汚損状況	6 7
3. 3. 5 新防汚剤サンプルの収集	6 8
4. 新防汚剤の試作研究	7 2
4. 1 まえがき	7 2
4. 2 薬物溶出とビヒクルとの関係の研究	7 2
4. 2. 1 試験板の調整	7 2
4. 2. 2 供試防汚剤	7 2
4. 2. 3 供試塗料の組成	7 3
4. 2. 4 塗装系	7 3
4. 2. 5 塗装データ	7 4
4. 2. 6 試験要領	7 5
4. 2. 7 試験結果	7 6
4. 3 試作塗料の性能試験	7 7
4. 3. 1 試験板の調整	7 7
4. 3. 2 供試防汚剤	7 7
4. 3. 3 供試塗料の組成	7 7
4. 3. 4 塗装系	7 7
4. 3. 5 塗装データ	7 8
4. 3. 6 試験要領	8 1
4. 3. 7 試験結果	8 3
4. 4 あとがき	9 1

1 文 献 調 査

1.1 目的と意義

防汚の研究は生物学、化学、工学にまたがる知識の総合の上に立つてはじめてその効果を發揮するものであり、欧米各国の海軍、造船所、化学会社、塗料メーカー、大学、研究機関などでその基礎的、応用的研究が盛んに行なわれている。従つてその内容も多岐にわたり、その発表雑誌も實にいろいろのものにまたがるので収集には多大の労を要する。しかし他の研究成果をひろく吸収することが特に必要であるのでこれらの重要なものを収集して共通の用にあてる目的として調査を行なうこととなつた。

1.2 方法・経過

まず入手する範囲とその分担を次のように定め、以下実施規準をきめた。

- (1) 汚損生物関係 (科博、東海大)
- (2) 防汚関係 (各社)
- (3) 防汚剤の安全性関係 (各社、東大)

各分担者は受持範囲について単行本、文献集、原著論文、概要などを入手し、必要に応じてコピーを作り、仮縫として保存する。この際所定のカードを作り、書名、内容、保管場所を記入して整理しておき、適当なる時期に適当なる場所にこのカードを一括保管し、やがては収集文献を適当なる個所に集めて保管して一般の活用に資したい。

また、海外で催される研究会議などの情報を入手するため OECD、FDA、ROSCOM、Fatippec EMPGなどと連絡する。

内容分類には概説全般 G、汚損防汚 F、腐食防食 C、調査 S、試験法 T、機構 M、成分 F、塗装法 A、浸漬 E、生物学的 B、化学的 C など適当な記号を用いて索引に資するようにする。

以下本年度収集分についての概要を示しておく。

1.3 文 献 調 査

1.3.1 一般文献、単行本、文献集

F G B (生物障害)

Biodeterioration of materials vol 1 & 2

marine fouling (OECD Rep)

Hydrological and Biological conditions of test stations in Europe and outside Europe. vol 1 & 2

marine borers, fungi and fouling organisms of wood.

Catalogue of main marine fouling organisms vol 1 ~ 4

F G L (文献表)

Marine borers and foulers their growth and control
Bibliography of marine boring organisms and their control
Bibliography on marine fungi and algae, their fouling
problems and control.
Annotated bibliography of marine fouling for marine
scientists and engineers

F G (総合)

Marine Fouling and its prevention
Marine Boring and Fouling Organisms
Material in the Sea, Abstracts.
The 2nd International Ocean Development Conference,
Preprints vol. 1 & 2

1.3.2 汚損生物関係

(1) 国内文献

河原 辰夫	1944	船艦底付着生物に関する基礎的調査	ほか	8篇
宮内 徹夫	1966	真珠養殖用塗布剤パールコートに関する研究	ほか	5篇
倉沢 秀夫	1951	フジツボ幼生の直流電流に対する抵抗試験	ほか	1篇
馬渡 静夫	1971	船底のフジツボ類による汚損	ほか	23篇
内海富吉夫	1955	日本産蔓脚類の研究	ほか	31篇
細見 彬文	1966	須磨海岸におけるムラサキイガイの成長	ほか	1篇
安田 徹	1968	福井県丹生浦湾における汚損生物	ほか	5篇
三宅 真祥	1943	天草富岡における船底付着生物	ほか	5篇
桑原 連	1963	冷却用水の塩素要求量	ほか	3篇
森 重一	1958	フジツボの律動運動	ほか	3篇
伊藤 猛夫	1959	瀬戸内海の汚損群集	ほか	3篇
西平 守孝	1965	ヒドロ虫の着生と基盤	ほか	2篇
太田嘉四夫	1957	タテジマフジツボの生態	ほか	1篇
山崎 正男	1966	海水冷却水路の障害物除去	ほか	4篇
東京電力火力研究室				
	1961	水路障害生物の研究	ほか	5篇
東北電力	1960	水路障害生物の研究	ほか	2篇
中部電力	1960	"	ほか	3篇
関西電力	1960	"	ほか	1篇

九州電力	1960	水路障害生物の研究	ほか	3篇
原子力発電	1965	"	ほか	1篇
星合 孝男	1956	付着生物群集の発達過程	ほか	2篇
豊島 友光	1962	浅海部におけるフジツボの着生		
荒川 好満	1971	広島湾に異常発生したカサネカンザシ	ほか	2篇
山村 豊	1969	真珠養殖漁場における付着生物	ほか	1篇
門田 元	1953	網糸の腐蝕に関する微生物学的研究	ほか	2篇
千秋 信一	1962	火力発電冷却水路の付着生物		
梶原 武	1960	漁網付着生物の研究	ほか	3篇
平野礼次郎	1961	フジツボ幼生の研究	ほか	5篇

その他多くの文献の複写を終つている。

(2) 国外文献

Barnes H.	1959	Temperature and life cycle of <i>Balanus</i>	ほか	10篇
Pyefinch K.	1948	Biology of Cirripedia	ほか	5篇
Allen FE	1953	Investigation on underwater fouling	ほか	3篇
Bishop M	1949	The interpretation of fouling samples	ほか	1篇
Zs. Bellio	1937	Bacteria as food for certain marine invertebrates	ほか	3篇
South ward A	1955	On The behavior of barnacles	ほか	3篇
Clarre G.	1947	Poisoning and recovery in barnacles and mussels		
Coe W	1932	Season of attachment and rate of growth of Sedentary organisms	ほか	1篇
Bernard F.	1962	Early settlement and metamorphosis of barnacles		
Skerman T.	1956	Nature and development of primary films		
Crisp D	1957	Orientation of barnacles to water currents		
Edmondson C.	1939	Fouling organisms in Hawaii	ほか	3篇
Hunt, O	1964	Marine fouling and its control		
De Wolf	1964	Barnacle fouling on aged antifouling paints	ほか	3篇

(ソ連関係)

- Tarasov, N 1961 Fouling in the Soviet Waters of the Japan Sea
ほか 3篇
- Zevina, G 1961 Fouling in hydrotechnical installations
ほか 2篇
- Karaeva N. 1961 The diatom algae fouling at the western coast of Caspian Sea
- Turpaeva E. 1961 Relation of the Black Sea Balanus ほか 4篇
- Lebedev E. 1961 Vessel fouling in the course of cruises in the Azov Sea and the Kerch Strait
- Ulanovsky I. 1961 Balanus improvisus as a factor in the origination of corrosion of the non-rustling Steel
ほか 2篇

その他約90篇複写

1.3.3 防汚関係

F T B. F T C (生物学的、化学的試験法)

- Wisley 1964 Effect of antifouling paints on attaching larvae of two spirorbid tubeworms.
- Rivett 1965 Biological method for the assessment of leaching rates of antifouling compositions
- Rothsack 1965 A biological laboratory test for antifouling paints
- Marson 1967 Quality control of contact leaching antifouling paints
- Sabkiew 1966 Accelerated biological method for testing of ship bottom paints

F F (防汚成分)

- Portington 1964 Antifouling compositions
- Nijesen, 1968 Organotin compounds in sea vegetation-resistant paint
- De Wolf 1968 The Problem of quality control in antifouling paints

F M (機 構)

- Marson, 1969 Theoretical approach to leaching of soluble pigment from insoluble paint vehicles.
- Rascio, 1969 Antifouling properties, Effect of the Toxic agent used and of the binder solubility.

F S (調 査)

- van Londen 1966 Corrosion and fouling resistance of ship hulls in the United States
- Rohman 1965 Prevention of fouling in sea water culverts by antifouling paints

以上のような論文に各国の特許を加えたものをChemical Abstractより抽出した。合計140篇をこえる。

2. 汚損生物の基礎的研究

2.1 汚損生物の分類分布季節消長に関する研究

2.1.1 目的と意義

防汚の目的を効果的に達成するためには、まず汚損の実態を知る必要がある。とくにわが国のように南北に長く太平洋と日本海とにはさまられている所では、その海域により汚損生物の種類も異なり、その着生時期も成長の早さも異なる。塗料の浸漬試験は各地で行なわれていても、その結果を統一的に比較評価するためには、その浸漬地の汚損状況を知らねばならず、実際の船底汚損を知るためにもその航行海域および寄港地の汚損状況を把握せねばならない。この意味で、諸外国ではその沿岸各港、各海域での汚損の調査が防汚の基礎として重視され、数年にわたつて継続的に調査が実施されている。わが国ではかつて海軍による調査などがあり、また戦後軽金属協会によつて実施されたことがあるがその後急速な港湾の水質汚染と外国よりの移入生物の蔓延とによつて汚損生物相には近年かなり大きな変化が見られる。その意味において、今こゝで全国港湾における汚損生物の分類、分布、季節消長を再調査することはその意義が大きい。

本研究では、わが国沿岸全域に亘つて試験板調査を行なつて、これを明らかにし、防汚の基礎資料を提供しようとするものである。

2.1.2 方法・準備

まず、試験板について検討し、当初計画した塗装軟鋼板を変更して透明アクリル板10×20cmの2枚貼合せ板を用いることとした。これは小形付着生物の判定のためにこれを1枚づつにはがして直接顕微鏡下に見ることができるよう工夫したものである。現在までのところ、2枚の貼合せ法に不十分さがあり、とりつけ孔が切れる欠点があるとは言え調査上は極めて便利であり、今後は板の厚さを厚くして強化することにより順調に推移するものと思われる。

浸漬方法については、浸漬地に必ずしも筏の設備がないことを考慮してナイロンロープ製梯子を用いることとし、水面下と水深3mの2点にパイプを渡し、これから試験板を垂下する方法をとつた。

また浸漬期間は1ヶ月および3ヶ月に限定しそのスケジュールを次の如くに定めた。たゞし、これ

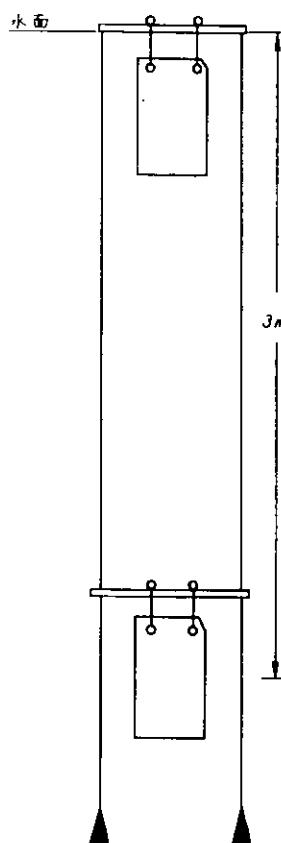


図 2.1.1 浸漬状況

は準備その他の事情により必ずしもスタートを揃えることを求めず、実情に応じてこの表に準ずるよう依頼した

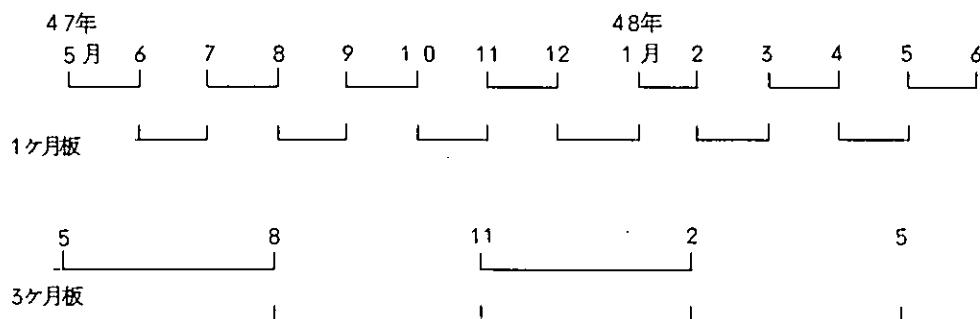


表 2.1.1 昭和 47 年度全国港湾汚損生物調査浸漬実験地および分担者

実験地	分担者	氏名	連絡先
A 厚岸	大門 薫		北海道厚岸郡厚岸町奔渡町 3-43
B 函館	鳥居 茂樹		道立函館水産試験場、北海道函館市湯川町
C 平内	早川 豊		青森県水産増殖センター、青森県東津軽郡平内町大字茂浦
D 女川	関野 清成		東北大付属水産実験所、宮城県牡鹿郡女川町小乘浜
E 追浜	諏訪部伝司		神東塗料(株)、東京都江東区木場 5-8-5
F 油壺	坂本 進		日本ペイント(株)、東京都品川区南品川 4-1-15
G 興津	中 止		
H 清水	官島 時三		東京商船大学清水臨海実験所、静岡県清水市折戸
I 蒲郡	峯島 史明		愛知県水産試験場、愛知県蒲郡市三谷町若宮 97
J 烏羽	後藤 昌弘		関西ペイント(株)、神奈川県平塚市八幡 1200
K 賢島	山村 豊		真珠研究所、三重県志摩郡阿児町賢島
L 串本	林 健一		海中公園センター鏡浦研究所、和歌山県西牟婁郡串本町有田
M 相生	村上 正三		日本油脂(株)三国工場、大阪市東淀川区新高北通 2-105
N 宇野	竹本 敦		日本ペイント(株)、大阪市大淀区大淀町 2-1-1
O 宮島	二宮 守之		中国塗料(株)、広島市吉島東一丁目 15-2
P 坂出	青木 精一		神戸ペイント(株)、兵庫県加古郡稻美町六分一宇百丁歩
Q 三瓶	市村 武美		くるまえび、はまち養殖(株)、愛媛県西宇和郡三瓶町朝立塩浜
R 敦賀	中 止		
S 古仁屋	林 洋久		鹿児島県大島郡瀬戸内町古仁屋高丘 109-1
T 那覇	西平 守孝		琉球大学理工学部生物学科、沖縄県那覇市首里当蔵
U 長崎	二宮 守之		中国塗料(株)、広島市吉島東一丁目 15-2
V 下関	網尾 勝		水産大学校、下関市吉見永田町
W 舞鶴	坂井 在廣		カナエ塗料(株)、大阪市城東区放出中一丁目 21
X 能登	益子帰来也		金沢大学能登臨海実験所、石川県珠洲郡松波町字小木
Y 佐渡	北見 健彦		新潟大学臨海実験所、新潟県佐渡郡相川町達者
Z 男鹿	小笠原正己		男鹿水族館、秋田県男鹿市戸賀

注、興津、敦賀は中止、那覇は S 4.8.1 から実施予定

2.1.3 付着重量の変化

汚損量の最も簡単な表示法の一つは付着重量である。但し、これを正確にするためには各浸漬板ごとに浸漬前の重量を計つておき、一定期間浸漬後の重量からこれを差引くべきであるが、その煩を省略し、引上固定後湿潤状況での計測を行なつた。浸漬板そのものの重量は28～30gである。湿重量については多少の誤差をまぬがれないが、乾燥重量をとつてホヤ等が消去されることをさけるために敢えてこれを採用した。

フォルマリン固定のものを用い余分の水を切つて計量する方法を採用してある。

現在までに得た値は表2.1.2に示してあるが、これを総括すると次のようになる。

- 1) 試験板表裏の差が少いのは板が透明なアクリル板であるによるものである。
- 2) 6～7月の蒲郡の重量増はフジツボ類とくにヨーロッパフジツボにより、相生のそれはベニクダウミヒドラによる。
- 3) 7～8月の蒲郡、鳥羽、追浜、清水、下関の重量増はフジツボ類により、相生、三瓶のそれはカサネカンザンによる。
- 4) 8～9月の女川の重量増はアオノリ類の着生により、折戸、賢島はフジツボ類、相生はフジツボ類とカサネカンザンによる。
- 5) 6～9月の3ヶ月板における重量増は、清水、鳥羽、賢島、串本、下関はいずれもフジツボ類により、坂出、三瓶はフジツボとカサネカンザン、女川、相生はユウレイボヤによる。

表2.1.2 港湾浸漬試験板重量

	6 ~ 7月				7 ~ 8月				8 ~ 9月				6 ~ 9月(3ヶ月)				
	0m		3m		0m		3m		0m		3m		0m		3m		
	表 裏 計																
厚岸	16.7	17.5	34.2	15.7	16.2	31.9	16.8	17.0	33.8	15.4	15.3	30.7	16.3	15.6	31.9	16.1	16.2
女川	23.1	23.6	46.7	18.0	20.1	38.1	18.2	17.6	35.8	31.1	29.4	60.5	61.4	21.9	83.3	20.3	19.9
追浜	25.7	21.2	46.9	14.4	15.4	29.8	—	—	—	35.7	38.2	73.9	—	—	—	—	—
油壺	21.0	19.3	40.3	16.1	15.6	31.7	15.3	20.1	35.4	16.5	16.2	32.7	16.7	17.0	33.7	18.6	18.9
滑浦	23.1	24.3	47.4	24.7	16.7	41.4	25.2	21.2	46.4	52.8	29.3	82.1	53.7	60.0	113.7	26.5	26.3
鳥羽	17.3	17.3	34.6	16.0	16.7	32.7	36.5	37.5	73.8	36.3	34.5	70.8	23.7	17.7	41.4	21.3	19.5
賢島	16.2	16.9	33.1	17.0	17.1	34.1	16.2	18.3	34.5	16.5	16.4	32.9	16.2	15.7	31.9	16.3	16.2
串本	25.3	23.9	49.2	23.4	29.7	53.1	19.7	21.7	41.4	16.9	17.3	34.2	15.8	17.0	32.8	16.1	16.8
相生	41.7	23.7	65.4	71.2	29.5	100.7	20.2	16.3	36.5	9.6.7	45.2	141.9	41.2	30.5	71.7	9.8.4	54.4
宇野	19.2	18.9	38.1	20.6	17.5	38.1	20.7	17.5	38.2	18.3	17.5	35.8	16.7	16.3	33.0	16.6	16.6
坂出	15.7	14.6	30.3	17.2	18.3	35.5	19.7	18.6	38.3	24.1	20.8	44.9	17.4	16.4	33.8	24.1	22.5
三瓶	20.8	23.5	44.1	18.6	16.8	35.4	30.0	51.2	81.2	36.3	31.1	67.4	23.2	23.5	46.7	17.4	18.8
古仁屋	16.7	16.1	32.8	16.4	16.2	32.6	16.5	15.3	31.8	16.8	16.3	33.1	16.5	16.6	33.1	14.3	14.5
下関	18.5	16.4	34.9	18.7	21.7	40.4	34.3	46.8	81.1	28.1	27.9	56.0	15.0	16.1	31.1	17.4	17.3
能登	16.0	16.1	32.1	16.3	16.4	32.7	16.5	16.0	32.5	15.7	15.5	31.2	16.1	17.2	33.3	15.6	16.0
佐渡	16.5	16.3	32.8	17.7	15.0	32.7	15.0	14.6	29.6	15.2	15.1	30.3	16.0	16.3	32.3	14.8	15.7
男鹿	15.0	15.3	30.3	15.1	14.9	30.0	15.0	14.9	29.9	14.1	14.0	28.1	15.5	16.0	31.5	—	—

2.1.4 汚損生物の分類と分布

試験板の返送のおくれと種名の同定などの困難さに伴いこゝでは昭和47年6～9月の18港湾分についてのべるが、目下第2期にあたる10～12月分の試験板が順次到着中であり、これについては次回に報告する。

板上に出現した生物の種類は極めて多く、その同定の未了のものもあるが、一応顕微鏡観察によつて知り得た主な生物は約44種であり、これを概略分類すると腔腸動物 7、環形動物 3、触手動物 14、軟体動物 3、節足動物 8、原索動物 4、藻類 5 となる。スライム中に見られる硅藻は種類が多く煩雑にすぎるので一括しておくこととし、上記各群別に各月での出現状況を板の表裏について調査したものを表2.1.5に示しておく。

また各種についてその出現期間をまとめたものも表2.1.4として示しておく。

表2.1.3 汚損生物の出現状況 (上段0m、下段3m、●前面 ○表面 △裏面)

生物群 地名	期間			6 ~ 7月			7 ~ 8月			8 ~ 9月			6 ~ 9月(3ヶ月)		
	ウミヒドリ類	カンザシ類	コケムシ類	カシキガヤ類	カツラボ類	コケムシ類	カシキガヤ類	カツラボ類	カシキガヤ類	カツラボ類	コケムシ類	カシキガヤ類	カツラボ類	ウミヒドリ類	カンザシ類
厚岸	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
女川	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	●	●
追浜	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●	●	●
油壺	△	●	●	●	○	△	●	●	●	●	●	●	●	●	●
清水	●	●	●	●	△	○	△	○	●	●	●	●	●	●	●
蒲郡	●	●	●	●	○	△	●	●	●	●	●	●	●	●	●
鳥羽	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
賢島	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
串本	△	△	●	●	●	△	●	●	●	●	●	●	●	●	●
相生	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
宇野	○	●	●	●	●	△	○	●	●	●	●	●	●	●	●
坂出	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
三瓶	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
古仁屋	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
下関	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
能登	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
佐渡	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
男鹿	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
出現港数	10	11	11	0	12	7	13	8	9	13	13	1	13	4	14
出現面数	25	28	31	0	42	12	32	21	24	39	31	1	45	8	35

表2.1.4 汚損生物各種の港湾別付着時期と水深

厚 女 岸 川	追 油 清 蒲 鳥 賢 串 浜 壺 水 郡 羽 島 本 生 野 出 品	相 宇 坂 三 生 野 出 品	古 仁 電 下 仁 電	能 佐 男 開 登 渡 鹿	備 考
ベニクダウミヒドリ	-△- *△△		△△- △○- △--		左より順に
フサエダウミヒドリ	●○ - △△△ - ● -	○○○	-○ △△△ - -○		6 - 7月
ヒメウミコツブ		△●△		--○ - ● -	7 - 8月
エダフトオペリア				○○○ - ● -	8 - 9月
エダウミコツブ	○○ - △○○	○○○ ○○●	- -○ - -● △--	-△△	- -○ の付着状況 を示す。
タテジマイソギンチャク	△△- △○○	●●●	●●● △△△ ○○○		
ヒラタオペリア	●○○				
カサネカンザン	●●● △△- * - - △○△	●●● ●●● ○ - -	●●● ●●● ●●● ●●●	-△-	-付着なし
ウズマキゴカイ	-△△ ●△ -	●●● ○ - -	○○○	●●●	○0m深
イバラカンザン			△△△	○○○	△3m深
フサコケムシ		* - ○	-○ -	●●●	●0m 3m
ナギサコケムシ	-△△ -△ - -○○△△△		△△△ ●●● - -△	-△ - -○	の両方に 着生
ホゾフサコケムシ	○○○	-△△	-△△ ●●●	△△△	
コブヒラコケムシ	-△ - ○○ -	△●△ ●●△	●○○ △--	●●● ●●●	1ヶ月板に 着生のない
チブケムシ		△△△	●●●	△△△	場合も3ヶ 月板に着生
モングチコケムシ			△△△	○○○	した場合に は各月着生 と見なす
トゲヒラコケムシ		○ - - △△●	△ - ○ ●● - -△ - -○	- -△ ○○○ -△ - -△ -	
ヒラハコケムシ	△△●	●○● ●●○	○● - ○○● ○●●	△ - - ○○○	月板に着生
ミカドコケムシ		△ - △			
キクザラコケムシ		△△ -			
テングコケムシ		△△△		- -△	
コブコケムシ	●●●	△△ -	○●●	△△△	
キクメウスコケムシ		△ - -			
キタウスコケムシ	○○○				
ムラサキイガイ			-△ -		
ヒバリガイモドキ		△△△	●●●		
カ キ		○○○	△△△		
タテジマフジンボ	●●● - -●●△●●● - -	●●● ●●● ●●● ●●●		●●●	
サラサフジンボ		●●● ●●●			
シロスジフジンボ		○○○ ●○○	○●○	○●○	
ドロフジンボ		● - - ○○●	△△△		
サンカクフジンボ	△△△	●●● △△△ △△△	△△△ △△△ △●△	△△△ ●●●	
アカフジンボ	- -△	△△△	- -●		
アメリカフジンボ	●●●	●●● ●●● ●●● △△△ ●●●		△△●	
ヨーロッパフジンボ	○○○ ●○ - △ - -	●● - ●●● ●●● △● - -△● ●△●		●●●	
シロボヤ		△△△	△△△ △△△ △△△	△△△	
ユウレイボヤ	△△△		△△△ △△△		
イタボヤ	○●●	-△△	△△△ - -△●△	△△△	
ホンエキボヤ	-●△	△△△	△ - -	△△△ - -○○○	
硅藻類	●●● ○○●	●●● - △●● - -●● -	●●● △△△ ●●● ●△△ ○○○		
石灰藻類				●●●	
緑藻(アオノリ)	○○○ ○○○	--○○○ -	○○○ ●○○ ○○○ ○○○ ●●●	○○○ - ○○	
紅藻類	○○○	-○ -	○○○	●●●	- -○
褐藻類	○○○				

この調査によつて明らかになつた事実は要約すると次のようになる。

- (1) 1ヶ月浸漬試験の3ヶ月間に着生せぬものでも、3ヶ月浸漬板に着生するものが少くなく、その大部分は第一次に着生したものに二次的に着生したものである。このことは、一ヶ月浸漬板による付着時期の判定と三ヶ月浸漬板をふくめた付着相全体の検討とは同一視すべきでないことを示しており、したがつて塗膜面の防汚効力の判定の場合には浸漬期間を長すぎぬようにして第一次付着に限定すべきで、第二次付着の混入を出来る限り排除すべきことを示している。
- (2) 腔腸動物に属するウミヒドリの類で着生する種類が相当に多く、またこれは第二次着生を左右する力がかなりつよいと考えられる。
- (3) カサネカンザシのなかにはエゾカサネカンザシを含む、後者は本州中央部以北に多く、前者は以南に多い。两者ともに内湾性のつよい港湾あるいは水質汚濁の強い港湾によく着生する。
- (4) コケムシ類は出現種類が極めて多いが、その個体数は余り多くなく、枝状のフサコケムシ、ナギサコケムシ、ホソフサコケムシ以外の盤状の種類は第二次着生の基盤を提供するものが多い。
- (5) ムラサキイガイは岸壁に密集しても浸漬板には余り付着しないし、また1ヶ月板にはほとんど見られない。このことはこの種がむしろ第二次付着生物であることを示している。
- (6) 従来全国に分布していたサラサフジツボは、タテジマフジツボに交代しつゝある。その付着層は0m、3mをふくむひろい範囲である。
- (7) シロスジフジツボの付着層は浅く、サンカクフジツボは3m以深にもひろがる。
- (8) 移入性のアメリカフジツボは瀬戸内海より、太平洋岸を北上しつつある。
- (9) ヨーロッパフジツボの最北限が女川に達したことが確認された。
- (10) ホヤ類の多くは水線部に少く、3m層に極めてよくつく。
- (11) 硅藻スライムは全国にわたり、水深に関係なくつく。
- (12) 古仁屋において石灰藻の着生を見たのは特異であり、この地が南方に位しながら着生が少いのはそのためであろうと想像される。
- (13) アオノリ類はほとんど水線に着生する。

2.1.5 フジツボ類の分布・成長・季節消長

汚損生物の主体をなすフジツボについては、とくにその分類を確かめ板上の個体数をかぞえ、かつ殻底直徑をはかつた。

その結果を表2.1.5と図2.1.2、2.1.3によつて示しておく。

1-10個 + 101-400 ○ 400+■

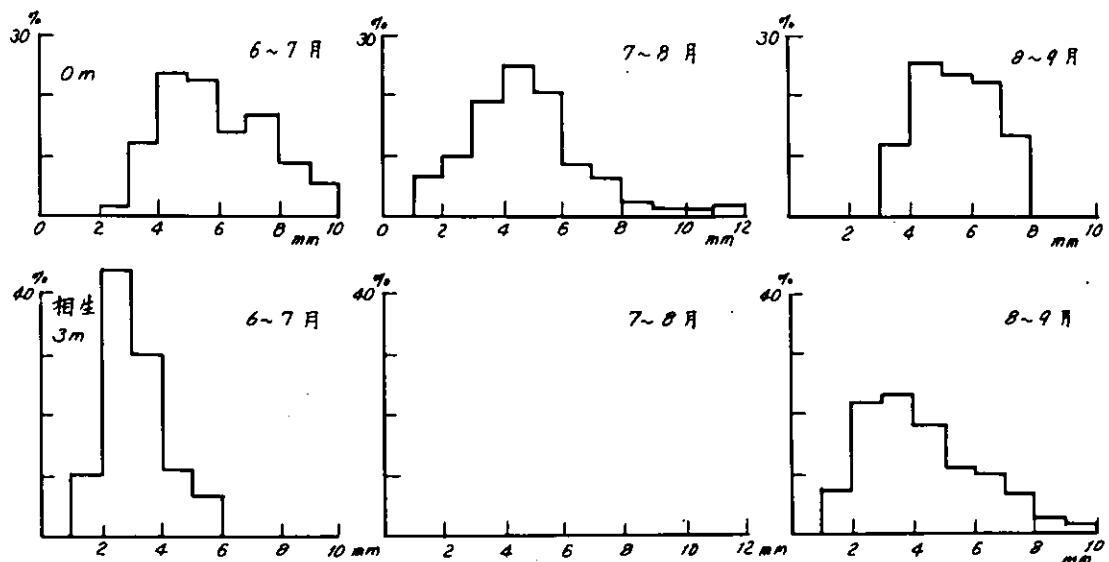
表 2.1.5 フジツボ類の種類別季節消長(片面平均)

11-100 △ 401-1000 ●

	タテジマフジツボ	ヨーロッパフジツボ	アメリカフジツボ	サンカクフジツボ	その他の	備考
月	6 7 8 6 1 1 1 1 7 8 9 9	6 7 8 6 1 1 1 1 7 8 9 9	6 7 8 6 1 1 1 1 7 8 9 9	6 7 8 6 1 1 1 1 7 8 9 9	6 7 8 6 1 1 1 1 7 8 9 9	
女川	+ +	+++				
追浜	● ○ ■ △ ● ●	△				
油壺	△△ ++△△	+			+ △	アカ
清水	●△○● ●△△●		○△○○ ○△■△			
蒲郡	●○ △+	○○ ○○			○ △	ドロ
鳥羽	++△△ + △	○○△○ ■ ■ ■ ■			+ ○○△ + △+△	ドロ、シロスジ
賢島	++ ++	++ ++	△ △			△ サラサ
串本	○+○ △++○	+	+			○ サラサ、シロスジ
相生	△△○○ △+○○	++ △+	++△△ ○○●			△ サラサ、シロスジ、アカ
宇野	++ +++	+				+
坂出	++△△ +○△△	++ ++	++ +△+△		△ + △	サラサ
三瓶				+	○△ ○○○	サラサ、アカ サラサ
下関	+○+■ ○+△	++△ ++	++ +△	+++	++△	シロスジ
能登				++ +		--

図 2.1.2 タテジマフジツボの季節別殻長分布

〔相 生〕



〔清 水〕

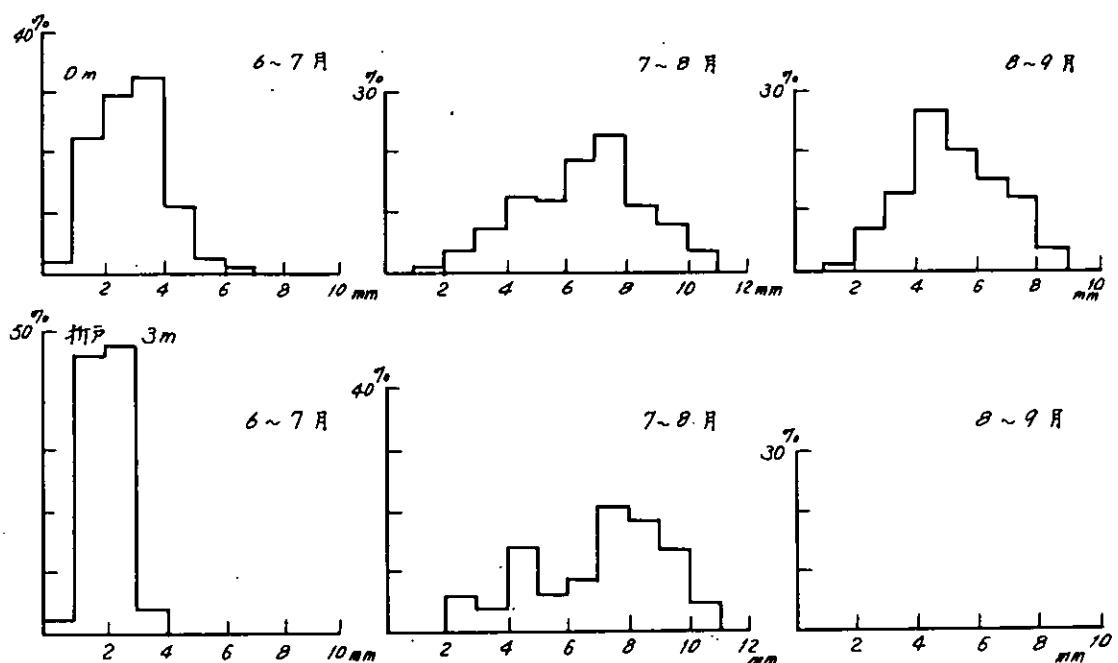


図 2.1.3 アメリカフジツボの季節別殻長分布

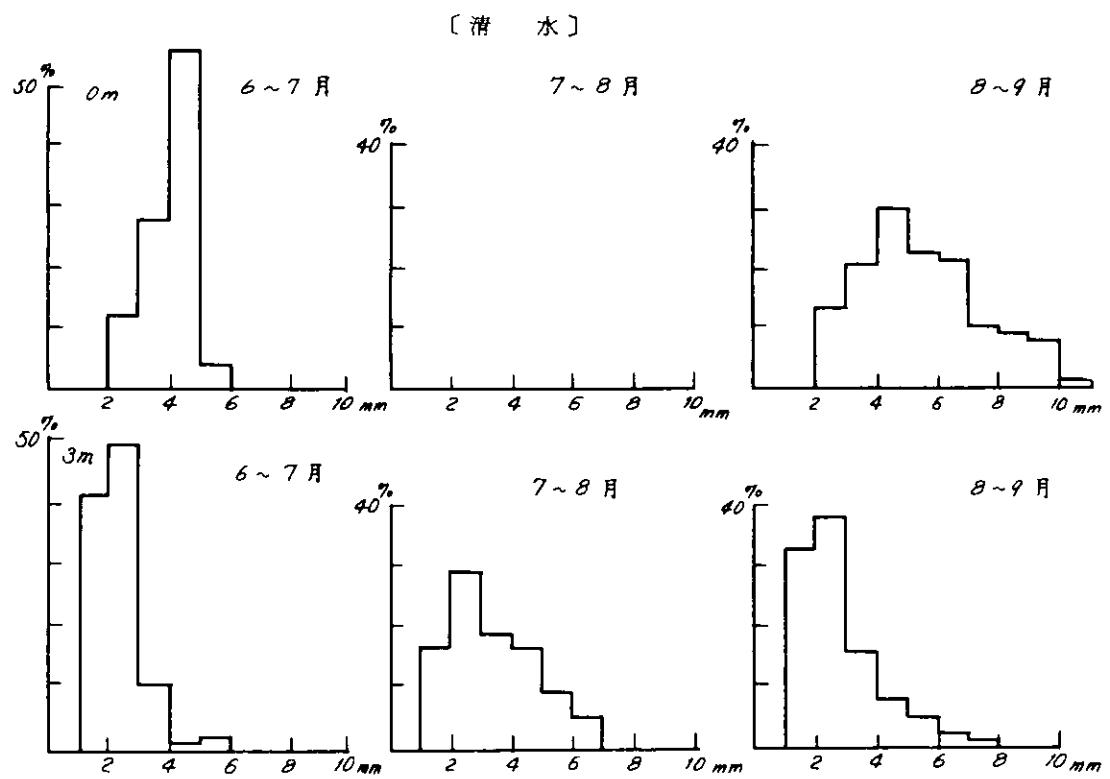


図 2.1.4 ヨーロッパフジツボの季節別殻長分布

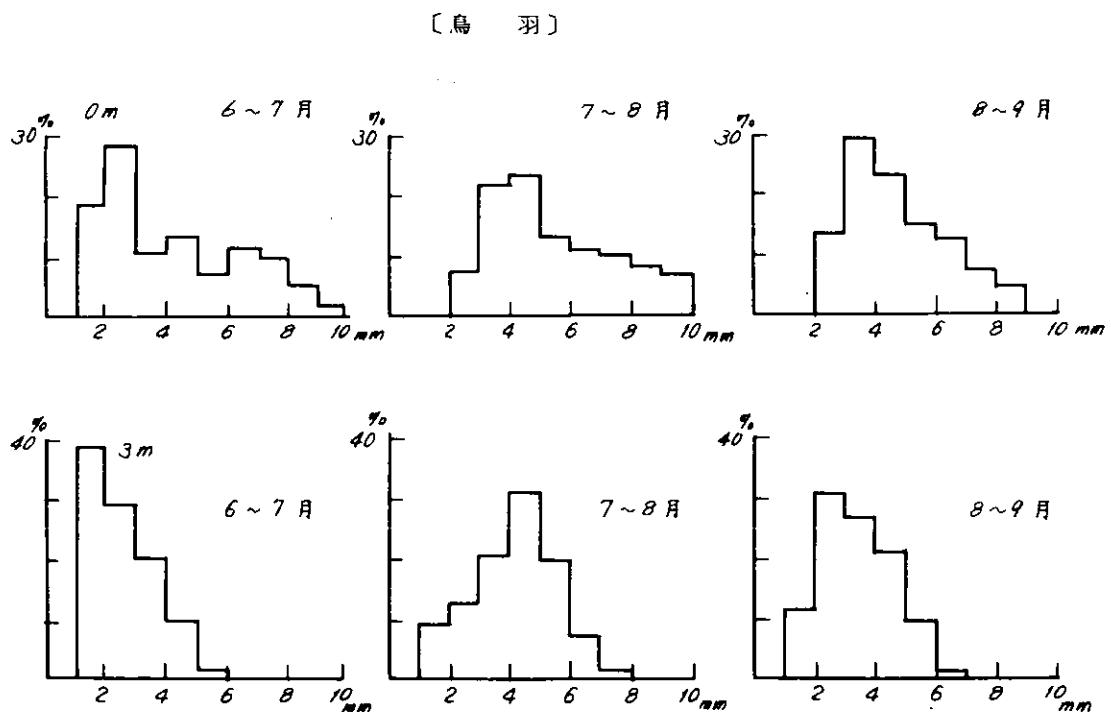
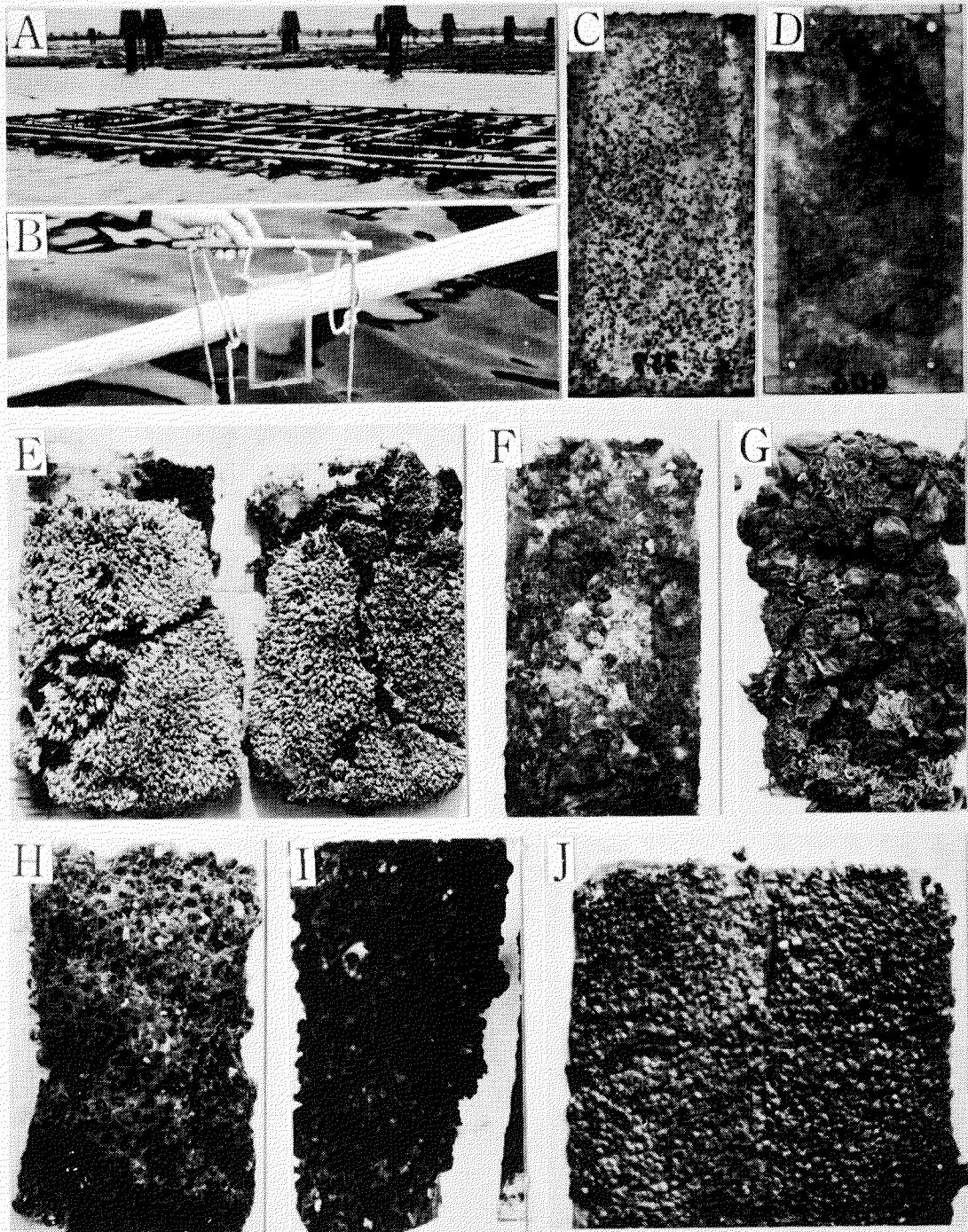


写真2.1 港湾調査結果

- A. 清水市折戸、浸漬用筏
- B. 賢島、浸漬開始状況
- C. 古仁屋(257)0m、8—9月、スライム、石灰藻
- D. 厚岸(006)3m、8—9月、スライム
- E. 三瓶(897)0m、6—9月、エゾカサネカンザシ
- F. 女川(046)3m、7—8月、イタボヤ、ユウレイボヤ、ナギサコケムシ
- G. 女川(820)3m、6—9月、ユウレイボヤ、ナギサコケムシ
- H. 串本(867)0m、6—9月、タテジマフジツボ、サラサフジツボ、シロスジフジツボ
- I. 清水(843)0m、6—9月、タテジマフジツボ、アメリカフジツボ
- J. 蒲郡(116)3m、7—8月、ヨーロッパフジツボ



2.2 汚損生物の発生、着生、生理に関する研究

2.2.1 目的・意義

汚損生物はわが国港湾浸漬試験板上に出現する主要なものでも約40種、こまかく見るとときは100種以上を数える。防汚の困難さの第一の原因はこのような多種多様な生物に対してすべてに有効でなければならぬとすることにある。しかし、これらも大別すれば顕微鏡的なスライム形成生物、すなわちバクテリヤ、硅藻の類と、肉眼的海藻類、肉眼的動物類の3類に大別され、肉眼的動物類はその着生法と反応の差によって、フジツボ類、コケムシヒドロゾア類、セルプラ類、ホヤ類、二枚貝類に分けることができる。これらのうち、フジツボ類、コケムシ類についてはかなりの知見があるが、他についてはまとまつたものもなく防汚研究上基礎的欠陥が多い。この点を考慮して、各類のうちの代表的なものをえらび飼育して防汚の室内実験に役立て、かつては試験板結果の判定に確実性を加えようとするものである。

2.2.2 研究計画と経緯

当初付着藻類の培養によつて胞子を得、これを用いる実験を行なう予定であつたが、種々の事情によつてこれを変更し、まず、実験材料としての海産クロレラの培養をすゝめることとした。まず広島県水産試験場荒川好満技師の好意により、同場がカキなどの餌料としている海産クロレラ株入手し、一方東京大学応用微生物研究所長谷英二教授の好意により、同所が永年保存している海産クロレラの一株を入手して、それぞれの培養に努力した。

また、今まで諸実験に用い（結果未発表）て良好な成績をあげて来た淡水产クロレラの（徳川生物学研究所および東京大学応用微生物研究所保存株）を用いてその海水馴化に努力した。次下読者がこれを追試応用される便を考え培養の詳細を示しておく。

2.2.3 淡水産クロレラの培養 (*Chlorella ellipsoidea*)

まず、クロレラ培養のために特に開発された大型扁平培養瓶を用意し中性洗剤でよく洗い、水洗後蒸溜水を入れてふり洗いしたのち倒立して乾かす。

同様に漏斗管を水洗乾燥しておく。

次に漏斗管に綿栓をほどこし、その細管部に綿をまきつけ培養瓶にまわしながらしつかり差し込む。この全体を新聞紙2枚に包み、糊で閉かねようとしていたのち、150℃に加熱した乾熱滅菌器に入れ150～160℃に保つて2時間滅菌後電気をとめそのまま翌日まで放置する。（図2.2.1）

一方次の3種の培養液を作り大型瓶に保存する。

Myers 4N液

KNO ₃	5.0 g
KH ₂ PO ₄	1.25
MgSO ₄ · 7H ₂ O	2.5
FeSO ₄ · 7H ₂ O	0.003
H ₂ O	1000 ml

Arnon A₅ 液

H ₃ BO ₃	2.86 g
MnCl ₂ · 4H ₂ O	1.81
ZnSO ₄ · 7H ₂ O	0.22
CuSO ₄ · 5H ₂ O	0.08
H ₂ O	1000 ml
H ₂ SO ₄ Conc.	1 drop

これをもととして次のA、B両液をつくり、大型フラスコに入れる。

A液(C-27)

Myers 4N液	100ml
Arnon A ₅ 液	1ml
H ₂ O	1000 ml

B液

FeSO ₄	1g
H ₂ O	1000 ml

A、Bの両フラスコを100℃に保つたコップ滅菌器に入れて1時間加熱加圧滅菌したのち、翌日まで放置放冷する。

前記滅菌後の大型扁平培養

瓶に滅菌した上記A、B両液を500mlづつ加えて1000mlとし、これにクロレラの適当濃度の浮遊液を5-10ml加えたのち通気培養装置にセットする。

この装置はストック培養と実験とを兼用するべく特別に設計されたもので、図2-2-2に示すように2枚のガラス

壁で左右に仕切られた2槽よりなり、中央空所には20W螢光灯2本を点灯して照明するようになつ

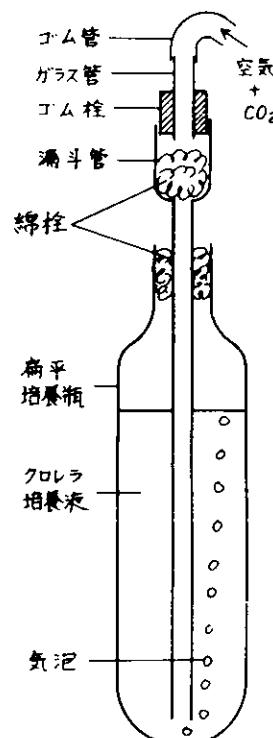


図2-2-1 クロレラ培養大形扁平瓶と漏斗管の組立て図

ている。

空気ポンプと CO_2 ボンベより導かれて混合タンク内で 50:50 に混合された気体は偏斗管の綿栓を通つて、クロレラ培養液内を小気泡となつて上昇し、通気と攪拌を行なう。

クロレラの単一細胞は螢光灯の光と CO_2 をふくむ空気とを得て光合成を行い培養液内で活潑に増殖を続けるので、接種時極めてうすい黄緑色を呈していた培養瓶の内容は日とともに緑色をまし、6 日後には深緑色にかわる。

これら増殖の状況を経時的に追求するには次の 3 方法がある。

- 1) 液の光線透過率を計測する。
- 2) 1 cc 内のクロレラ個体数を血球計算に準じて計数する。
- 3) 一定量液をとり遠心沈殿せしめてその体積をはかる。

本実験では、最も簡単で、かつ精度の高い方法として 3) 遠心沈殿法をとることとし、これによつて増殖率を数値で表わすこととした。この方法によれば、防汚剤を培養液に加えた場合の増殖率と、これを加えないものの増殖率とを比べることによつて、防汚剤の増殖抑制力すなわち藻類に対する防汚効果を判定しうるはずである。

この培養結果は極めて良好で、約一週間を以て一実験を終了しうることが確認された。

2.2.4 広島水試提供海産クロレラの培養 (*Chroella sp.*)

第1回培養は、クロレラの入手時と培養装置完成時とがずれたため、実験開始時には原種が活力を失つており、成功しなかつた。

第2回培養は次のような広島水試慣用の培養液を用いて行なつたが、増殖率が極めて低くこれを防汚力判定に用いるには不適当であることを知つた。

硫酸	250 g	0.25 g
過磷酸石灰	50 g	0.05
クレワト (No.32)	10 g	0.01
海水	1000 kg	1000 ml

第3回培養には一般に海産浮遊性緑藻用の次の処方を用いたがこれも十分用いるに足る結果を得なかつた。

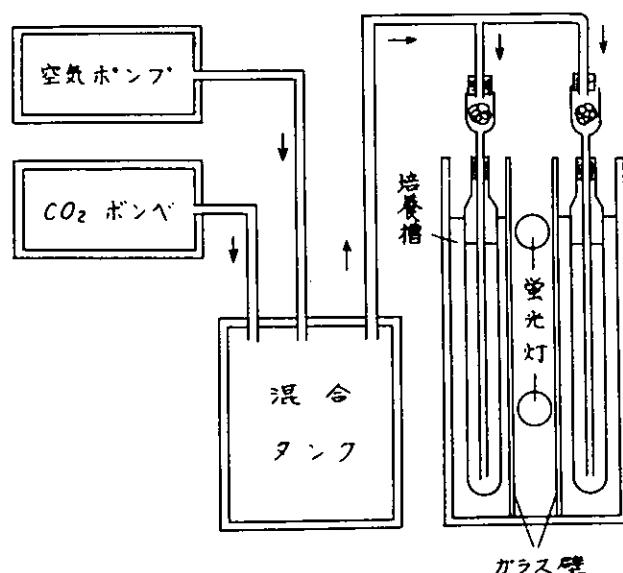


図 2.2.2 通気培養装置模式図

NaNO_3	0.042g	K I	1.7mg
$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	0.011	Na_2EDTA	3.7
$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.27mg	ビタミン B ₁₂	1.048
$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.02	海 水	900ml

第4回は淡水クロレラ培養液の蒸溜水を海水におきかえたものを用いたがこれも成功せず、顕微鏡観察の結果原株が一種の純粹株でなく2種以上の混合であることがわかつたのでこの培養の試みは一応中止することとした。

2.2.5 応微研提供海産クロレラの培養 (*Chlorella ovoidea*)

広島水試提供品とは別に応微研保管の海産クロレラ数株のうちその種名のはつきりしているクロレラ、オボイデス入手して培養実験を行つた。

先ず上記海水用培養液を用いて数回培養をくりかえしたがいづれも十分の増殖速度に到達せず、これを断念した。

次に淡水クロレラ用培養液を用いて数回の培養を試みたが、いづれも希望する濃度のものを得るのに2週間以上を要することがわかつて來たので、これも生物検定として用いることを一応中止することとした。

応微研にはこの他にお数株の海産クロレラ株を保管しているがそのすべてを検討することは次年度以降にゆすることとした。

2.2.6 淡水産クロレラの海水馴化

以上2種のクロレラについて多くの努力にもかかわらず所期の増殖率が得られなかつたので、考えをかえて増殖率の高い淡水産クロレラを海水に馴化して用いることを試みることとした。

淡水クロレラの培養液は1000ml中Myers 4N 100ml、Arnon A₅ 1ml FeSO₄ 液1ml 合計12mlをふくむから、蒸溜水898mlを海水にかえればよいことになる。すなわち約90%の海水に馴化すればよいということになるので、これを目標とすることとした。

先ず平底フラスコに淡水クロレラをふくむ培養液300mlをとり、11月3日より1～3日おきに50ccを加える系列と25ccを加える系列とを設定し、海水の%を計算値で出しつゝ、その場合のクロレラの量を常法により遠心分離した体積で計量することとした。

第1次馴化試験を行なつた結果は次のようになつた。

50cc注加	海水%	2cc中クロレラ量mm ³	25cc注加	海水%	2cc中クロレラ量mm ³
10月 3日	14.3	0.8	10月 3日	7.7	0.8
5日	25.0	0.5	5日	14.3	0.8
7日	33.3	1.0	7日	20.0	2.0
11日	40.0	0.8	11日	25.0	3.0
13日	45.5	0.8	13日	29.4	3.5
17日	死 亡		17日	生 存	

すなわち25cc注加分は死亡することなく第4日ころより増殖をはじめていることが明らかであるの

で、これを続けて行くこととし、培養液を新しいものに交換し10月26日海水濃度43.4% クロレラ量9.9cc に達せしめた。

この濃度は上記50cc 注加の最終値に近く、しかもクロレラの増殖が続いているので、ここで培養液交換を機会に2組にわけ、1つは25cc、1つは50cc の注加を行なつた。

その結果10月28日クロレラ量3.0であつたものが11月5日にいたつて25cc 注加で海水56.9%、5cc 注加で65.2%に達したのに全く死亡しなくなつた。

このため11月6日にこれを再調整して55.2%、63.3%、78.6%の3組の海水濃度にわけそれぞれに25cc、50cc、50cc の注加をつづけた結果、11月20日（開始以来約50日）にいたつて70.3%、81.7%、90.0%の濃度の海水クロレラ培養液をうることができた。かくしてクロレラは何れも死亡することなく、すべての濃度に馴化されたことになる。

しかも、その増殖率は90%海水中で相当に高い値を示したので、今後これを用いて判定を行なうこと が可能であることを確認した。

但し、その増殖率は淡水産クロレラそのものには未だ及ばないので、今後も馴化がすゝんで高率となるごとく培養をつづける予定である。

2.2.7 スライムの発達

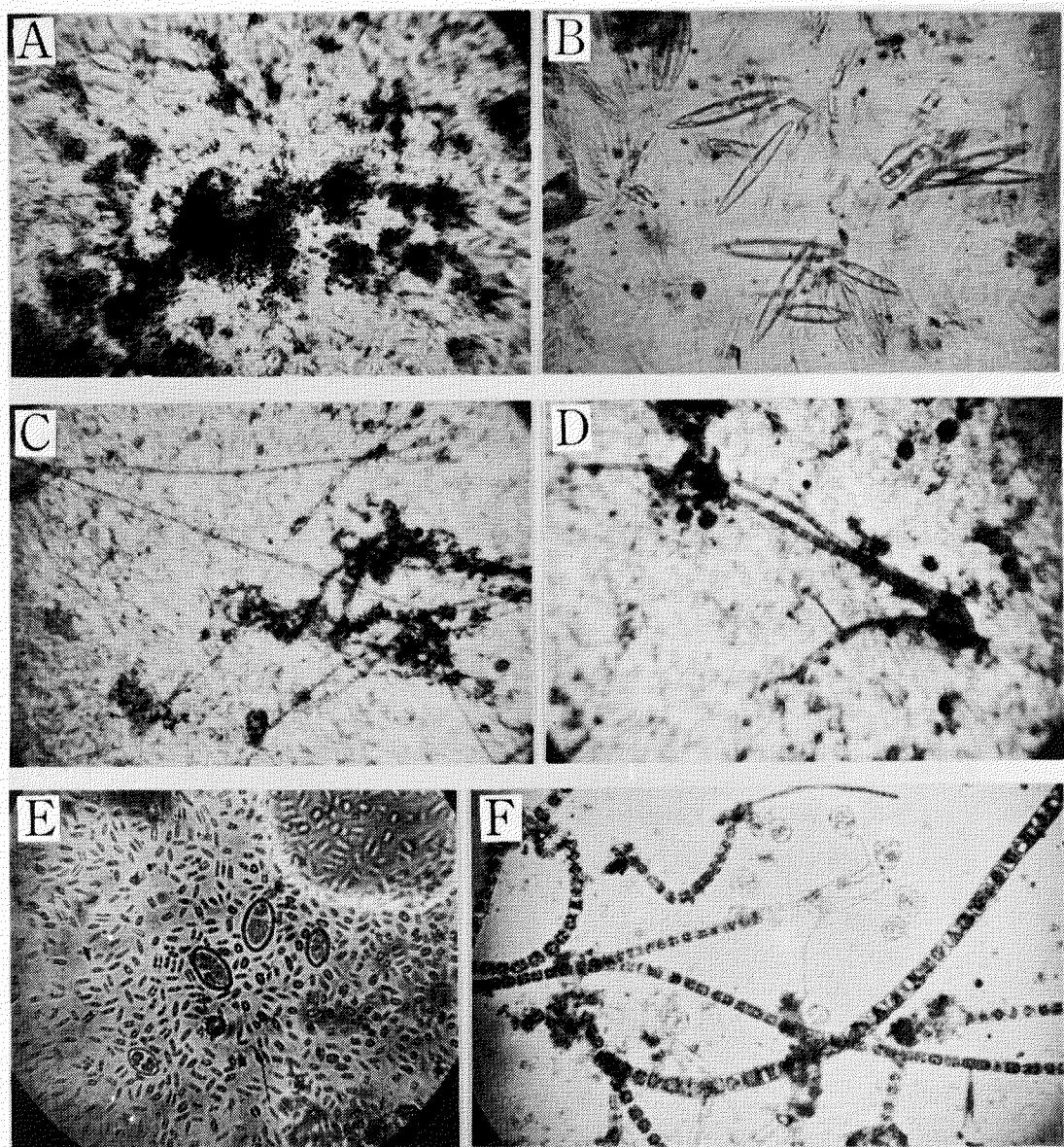
汚損の第一段階におけるスライムとこれに出現する初期の汚損生物について顕微鏡観察を行つた。これについては季節差、試験板の差など多くの問題が残されており、順次研究をすゝめつゝある。

次にその要点を記す。（写真2.2.1参照）

- (1) バクテリアスライムは海中浸漬約3時間後に顕微鏡下で染色観察可能な程度に発達する。水温18°C前後で指でふれて粘液状のスライムの存在が確認されるのは2~3日目である。
- (2) 滝過流水水槽では5日目ごろから硅藻が確認されるが、海中浸漬では3日目ごろから出現し、同時に浮泥の着生が見られる。
- (3) 硅藻は単体性のNitzschia, Naviculaが多いが、紐状群体をつくるStephanopyxis, Melosiraなどが続いて現われる。
- (4) これにつづいて原生動物のツリガネムシZoothamnionがあらわれ、あるいは緑藻胞子の着生がおこる。
- (5) ヒビミドロ、シオミドロなどが着生し糸状にのびる。
- (6) ヒドロ虫の走根がのび、しばしば網目状となる。

写真2.2.1 スライムの発達

- A. バクテリヤスライム上に泥粒の沈着
- B. 硅藻の着生分裂増殖
- C. ヒドロ虫葡萄根の伸長
- D. ヒビミドロの着生成長
- E. 硅藻スライムに緑藻の着生
- F. 硅藻と原生動物(ツリガネムシ)の着生



2.3 汚損の実態に関する研究

2.3.1 内航船とくに鉄道連絡船の調査

(1) 調査の目的と意義

船底汚損の実状を知るための最も直接的な方法としては実船船底における汚損の実態を明らかにし、どのような生物が、どのような海域で、どの程度着生し、それによつて運航上どのような影響が起つたかを調べるのが一番早く、それは垂下試験板の結果と必ずしも一致しない。そのために、まず手近かな内航船を対象とし、国内諸港間を運航する船舶がどのような汚損を受けるかを知ろうと企画したが、そのなかで、一定航路を走航し、記録がとりやすく、かつ定期的に入渠する鉄道連絡船を対象としてとり上げることとした。

本調査の今一つの目的は、従来このような調査が塗料会社職員等によつて行なわれていながら、その方法が必ずしも適切でないために、その解析が不可能であり、大部分は単なる視察あるいは全体写真撮影程度にとどまつている現状を幾分なりとも改善したいとの意図によるものである。本調査を遂行するに当り、鉄道技術研究所連絡船研究室とくに石川清技師に格別の援助を頂いた。記して謝意を表したい。

(2) 摩周丸船底調査

青函連絡船摩周丸が浦賀ドックに入渠することの通知をうけ、昭和47年5月13日石川技師とともに調査を行つた。

しかし、二、三の手ちがいのため、調査時にはすでに船底のジェット水洗が終了したのちであつたためくわしい実態を知ることはできず、一部に残存するものと、ドック底に散乱するものとから推定せざるを得なかつた。

水線部に残存する緑色部分にはヒビミドロのほゞ糸状な群集が見られたが、ドック底にはほとんど見られず、ジェット水流による飛散分解によるものと思われた。

シーチエスト内には少数のタテジマフジツボの個体が見られたが、その直径は5~8mmにすぎず、その着生は入渠前2ヶ月以内と推定された。

たゞこの調査で興味深いことは、ドック底に散乱するフジツボ類の殻の中に北方系のチジマフジツボが確認されたことで、これは明らかに背函航路の特性を示しているものと思われる。なお、この種類の船底着生は新しい記録である。

また、ビルジキールおよびキール部に多数のフジツボ着痕を認めた。

以上の事実より推定すれば、摩周丸船底汚損の主体はヒビミドロの糸状体群であり、恐らくは全面がこれにおよんでいたものであろう。

そして、ビルジキール以深部およびシーチエスト内には、防汚塗料効力の減退にともなつて、タテジマフジツボ及びチジマフジツボの着生が起つたものと考えられる。

(3) 伊予丸船底調査

宇高連絡船伊予丸が三井造船玉野ドックに入渠する旨の通知をうけ、昭和47年6月24日石川技

師の案内により、その汚損調査を行なつた。この時は幸いにジェット水流洗いの途中を見ることができ、汚損状況とともに、洗い落し後（汚損前とはゞ同様と見なす）の状況との比較をも行うことができた。

船底全体は黒緑色スライム状粘質膜におよわれており、ビルジキールより上方水線部までは濃密であるが、ビルジキール以深部はうすい。これを顕微鏡下で見ると、多種類の硅藻によるスライムの中に多量の黒色浮泥粒子と長さ1cm未満のヒビミドロ、シオミドロの糸状体およびアオノリ類のものと見られる微小な緑色幼体が認められた。これらのものは光線のよく当るビルジキール上方に濃く、光線の少い船底平坦部にうすくて、光を必要とする緑藻の特性とよく一致する。

ビルジキールには肉眼で認められる綿状あるいは紐状のカブサアオノリ、スジアオノリが小さいながらも明らかな集団をなして着生し、これにやう巾の広いヒラアオノリ及びボウアオノリを混じている。

動物性のものでは、ヒドロ虫の一種オベリアが網目状にひろく覆っている部分もあり、タテジマフジツボが $20 \times 20\text{ cm}$ に3～10個の割合で着生する。またビルジキール下方の船腹には直径5～10mmのタテジマフジツボが $20 \times 20\text{ cm}$ 当たり10～30個着生していた。また、これに混じて、直径10～30cmのうすい円盤状群体をなしてシロアミコケムシ、コブヒラコケムシが点在することを認めた。

これらの状況より推定すると、出渠後スライムの発達に伴つてヒビミドロ等が着生し、次いでアオノリ群が着生、9～10ヶ月経過後に動物性のものが着生を開始したものと思われる。

この結果を国鉄高松用品試験所榎原進勇氏の宇高速船運行調査と比較すると可なりの一致が見られる。

氏によると眉山丸で出渠後160日くらいで船速減0.23～0.31ノット、馬力増7.3～8.2%、240～280日くらいで船速減0.55～0.7ノット、馬力増14～17%となつており、出渠後8～9ヶ月で塗料効力の減少が起るに伴つて動物性汚損がすみ、摩擦抵抗が急増していることを裏書きしているようである。

(4) 伊予丸冷却水調査

上記船底調査とともに、たまたま冷却水管系の分解修理に際会したので、石川技師の好意により、その調査をもあわせ行なうことができた。

シーチエストよりの吸入部にはムラサキイガイの塊状集団が厚さ10cm程度に発達し、ベニクダウミヒドロの叢状群体とともに管径の約20～30%を狭めており、これに多くのごみがひつかかっている。

内部水管の各所に設けられた防塵用多孔板は、その周辺に着生生長したベニクダウミヒドロの叢状群体を中心として、これにせきとめられた黒色の泥土と、これにからみついたムラサキイガイの塊状群体で半ば閉塞された状況にあつた。

この状況はもちろん管の外に近い部に甚しく、内に入るに従つて減少するが、最も内部にあるものでもベニクダウミヒドロの着生は明らかに認められ、これに捕えられた泥土の厚さは5mmを下らない。

吸入口直後にある多孔板においては、泥土の厚さ5～10cmにおよび、ベニクダウミヒドラ群体の体長とは \pm 一致する。ムラサキイガイは殻長最大5.5cm、多くは2.5cmであり、吸入着生後管内で成長したものであることは、これらに混じて殻長1cm未満の幼個体が多数ベニクダウミヒドラの茎に足糸で着生していることよりも推定される。

冷却水管の被害は一般に軽視されているようであるが、今後は相当に重視する必要がある。これらの被害に対して、塗装あるいは塩素注入などの方策が講ぜられていないことは一考を要するものと思われる。

(5) 十勝丸船底調査

青函連絡船十勝丸が函館ドックに入渠する機会を得て、昭和47年7月21日石川技師とともにその汚損実態調査を行なつた。

この時には函館ドックの格別の援助を得て、ドック内にキャタピラー付きの昇降自在台を入れて貰い、船腹各点において 15×15 cmの方形部分10点の搔落し調査及び近接撮影を行なうことが出来た。この方法は船底調査の際に可能とは言いがたいが、可能な限り望ましい方法であり、搔取調査から全汚損量の推計も可能である。もし、これにアクアラングによる水中直接撮影を併用し得るならば、とくに海藻着生による船底汚損の実態を知る上には \pm 完全なものとなるであろう。このように従来の感覚的な観察あるいは遠距離からの全体撮影のみにとどめず、標本の量的採集を併用すれば、船底汚損の実態を確実につかむ事ができるものと思われる。

船腹全体はすべては \pm 一様に微小の糸状海藻におよわれ、これらはドックの排水とともにたれ下つてたてに走る小穂状面を呈する。その色調は水線部(喫水線4.5m)は黒緑色であるが、や \pm 下方4mより3.8mにかけては淡褐色であり、3.6m以下は黒緑色となり、船底部は淡黒緑色となる。これは水線部において緑藻ヒビミドロが全面に着生し、や \pm 下方にうつると褐藻シオミドロの層に移行し、3.6m以下になると両者の混合に泥土が加わつて来る事を予想せしめる。

これに混じて、肉眼的緑藻が点在または散在するが、その大部分はヒラアオノリであり、これにボウアオノリとスジアオノリを混じている。これらの多くは2m線を中心として上は3m線、下はビルジキールの線までに着生する。このほか、船首部に明らかなアオサ、ボタンアオサの小群が3～4m線に点在し、1～2m線にはハバノリおよびマコンブの着生が観察された。タテジマフジツボは舵部の下底に少数見られたにすぎない。

次に各採集点の概要を示す。この結果はすべて右舷のものである。

舵 部			中 央 部			船 首 部		
			4.5m	11gr	ヒビミドロ	3.8m	22g	シオミドロ ヒビミドロ アオサ ボタンアオサ
2m	178	シオミドロ スジアオノリ ヒラアオノリ	3.8m	18g	シオミドロ ヒビミドロ スジアオノリ	3.8m	22g	シオミドロ ヒビミドロ アオサ ボタンアオサ
0m	138	シオミドロ ヒラアオノリ ハバノリ	2.6m	23g	シオミドロ スジアオノリ ヒラアオノリ ボウアオノリ	3 m	31g	シオミドロ アオサ ボタンアオサ ヒラアオノリ
			1.2m	16g	シオミドロ ヒラアオノリ ボウアオノリ ハバノリ	1 m	18g	シオミドロ ヒラアオノリ ボウアオノリ マコンブ

(重量は湿重であるが、この中には塗膜の一部が混在する)

この結果より推定されることは、宇高連絡船の場合と同じく、進水後早くスライムの着生がおこり、これにヒビミドロ、シオミドロの胞子が着生成長し、塗料効力の減退にともなつてアオノリ、アオサなどの着生がはじまつたと考えられることである。

これを横川 黙氏の青函連絡船出力増加結果と比べると興味ある一致が見られる。氏の調査によると津軽丸において、出渠時を100とするとき1~7ヶ月目までは107~109の範囲であるが、これを越すと110~113と急増するし、摩周丸では1~8ヶ月までは103~104であるが、9ヶ月目からは107~109と急増する。このことは海藻が防藻効力の減退に対して極めて敏感に反応して着生を開始することとすでにO E C D委員会が指摘しているように、ヒビミドロ、シオミドロの類が動物性汚損生物に比して数倍の毒物抵抗力を有することを示すものであろう。

2.3.2 外航船の調査

(1) 調査の目的・意義

近年石油・鉱石の輸入量が急増するにつれて、船体の巨大化、輸送航海の頻繁化がいちじるしくなり、海域による汚損の質的量的相違が問題となつて來た。そのため外航船の船腹水線部に1m²平方の防汚塗料をぬらぬ部分を設け、これの汚損の実態を調べることにより、寄港地就航航路別の汚損の実態を知りこれに対する適当な防汚方法を確立する資料とすることを目的として本調査が立案されたものである。

(2) 実施経過

昭和47年7月14日付をもつて第141研究部会長名による協力依頼状を出し、商船三井、日本郵船、第一中央汽船、山下新日本汽船の各社、および、日本ペイント、日本油脂、中国塗料、神東塗料、関西ペイント、東亜ペイントの各社の協力を得て、9隻の外航船の船腹水線部に1m²平方の防汚塗料の塗り残し部を設けて実験を開始した。各船は所定航路に運行中であり、その入港をまつて順次調査をすゝめる予定であるが、現在までのところ種々の事情により、調査を行つたものは下記の二船

てとどまつている。(表2.3.1)

表2.3.1 外航船船側部汚損実態調査用に用いられた実施船名

船名	船主・屯数	試験箇所作成年月所担当	就航航路	調査結果、担当
びすけい丸	第一中央汽船 トン DW 101,723	47.7 IHI 呉 日本ペイント	三国間航路	日本ペイント
大磯丸	日本郵船 トン DW 68,800	47.7 笠戸ドック 日本油脂	豪州—日本(福山) 南米— 鉱石	日本油脂
尾張丸	日本郵船 トン DW 58,800	47.8 函館ドック 中国塗料	南米(ペルー)—日本 (戸畠) 鉱石	中国塗料 戸畠 12/4~9 アオサ、フジンボ 2/6 戸畠 若干
おうすとうりあ丸	第一中央汽船 トン DW 43,190	47.8 横須賀ベース 神東塗料	南米(アフリカ)—日本(和歌山) 鉱石	神東塗料 2月和歌山
はんぶとん丸	第一中央汽船 トン DW 168,100	47.8 横須賀ベース 日本ペイント	ペルシャ湾—歐州	日本ペイント
泉山丸	商船三井 トン DW 38,832	47.9 三井千葉 日本ペイント	豪州—日本(千葉) LPG船	神東塗料
大津丸	日本郵船 トン DW 106,300	47.10 NKK浅野 関西ペイント	豪州—日本(千葉) チサ— 鉱石	関西ペイント 2/10 福山
広島丸	第一中央汽船 トン DW 120,000	47.10 IHI相生 日本ペイント	豪州—和歌山 鉱石	日本ペイント 2/6 広島
新鶴丸	山下新日本 トン DW 162,500	47.10 常石 東亜ペイント	豪州—日本(大分、戸畠) 鉱石	東亜ペイント 2/10 君津、戸畠

(3) 尾張丸調査

昭和47年12月8日戸畠新日鉄第四岸壁において中国塗料朝月氏が主となつて調査を行なつた。

同船の諸元と運航概要は下記の通りである。

尾張丸(日本郵船所属) 58,800トン 全長259m

8月9~11日中国塗料塩化ゴム系1号塗料塗装

運航状況

函館9/5~9/10 → ペルー、サンニコラス港 → 名古屋10/6~10/9
(15ノット)

→ ペルー、サンニコラス港 → 戸畠12/4~12/9
(14.7ノット)

12月8日の観察によれば防汚塗装部は前部、中部、後部ともに右舷側は良好で肉眼点海藻着生は全く見られなかつたが、左舷は水線部に多少のヒビミドロ類の着生が見られた。

また塗り残し部においても右舷には海藻着生がなく、左舷にのみヒビミドロの着生が見られた。

この種類の正確な学名については未だ固定が完了していないので後に報告する予定である。

(4) 大磯丸調査

昭和47年12月22日福山港入港時調査を試みたが吃水線高く、荷揚と同時にバラスト張水を行う必要上調査不可能であつた。諸元と運航状況は下記の通りである。

大磯丸(日本郵船所属) 68,800トン

7月末笠戸ドックにて日本油脂1号塗料塗装

笠戸8/2 → オーストラリア → 福山8/25 → オーストラリア

→ 福山9/21 → オーストラリア → 福山10/16 →

南米 → 福山12/22

(5) 尾張丸第2回調査

昭和48年2月8日戸畠寄港に際して第2回目の調査を行つた。今回においても右舷側に汚損が多い傾向が見られたが、前回ほどはつきりせず、時と共に両舷が平均化する傾向が見られた。付着生物は前回と同じヒビミドロであり、塗り残し部以外にもかなり平均的に着生するようである。このほか水線部に近く小形のタテジマフジツボとやや大型のサンカクフジツボが点在する。しかし、全般的に見て塗装効果は相当によいものと見てよかろう。

たゞ、ヒビミドロ、シオミドロの防除は極めて困難な問題と考えられる。また、付着海藻について、これが日本産でないという確認は未だ得ていないことを付記しておく。

写真2.3.1 宇高連絡船伊予丸汚損実態調査

- A. 左半海藻着生、右半ジェット洗涤
- B. 船腹下部のタテジマフジツボ着生
- C. ピルジキール上部のヒドロ虫着生
- D. 汽罐冷却水系パイプ内のベニクダウミヒドラの着生
- E. 全、下半吸水部のベニクダウミヒドラによるメッシュの閉塞
- F. 全、左半吸水部のムラサキイガイの吸入着生

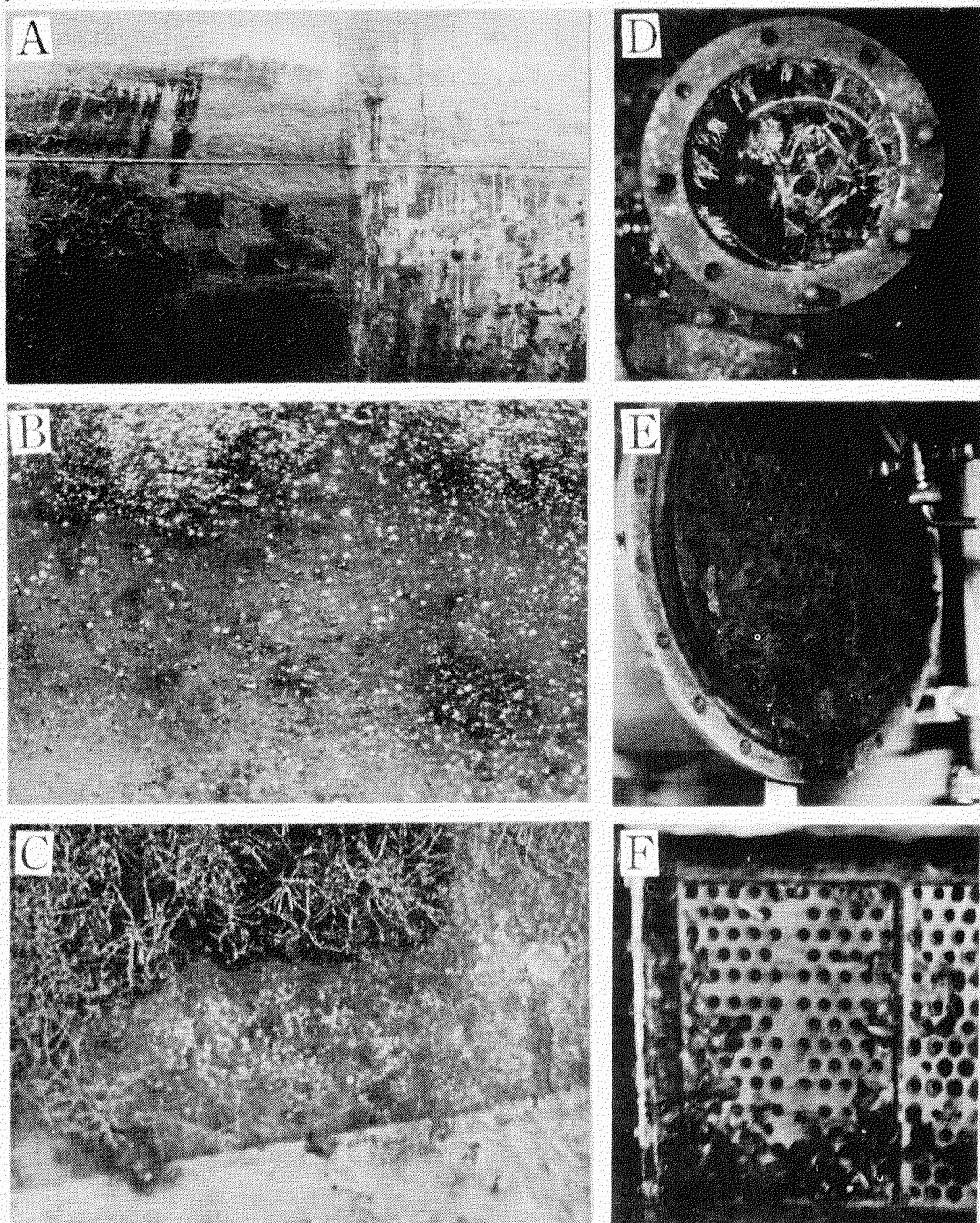


写真2.3.2 青函連絡船十勝丸汚損実態調査

A. 自在台による近接撮影と標本採集状況

B. 標本採集のための方形区

C. 標本採集後の状況

D. 船首部のアオサとアオノリの点状着生

E. アオノリの着生

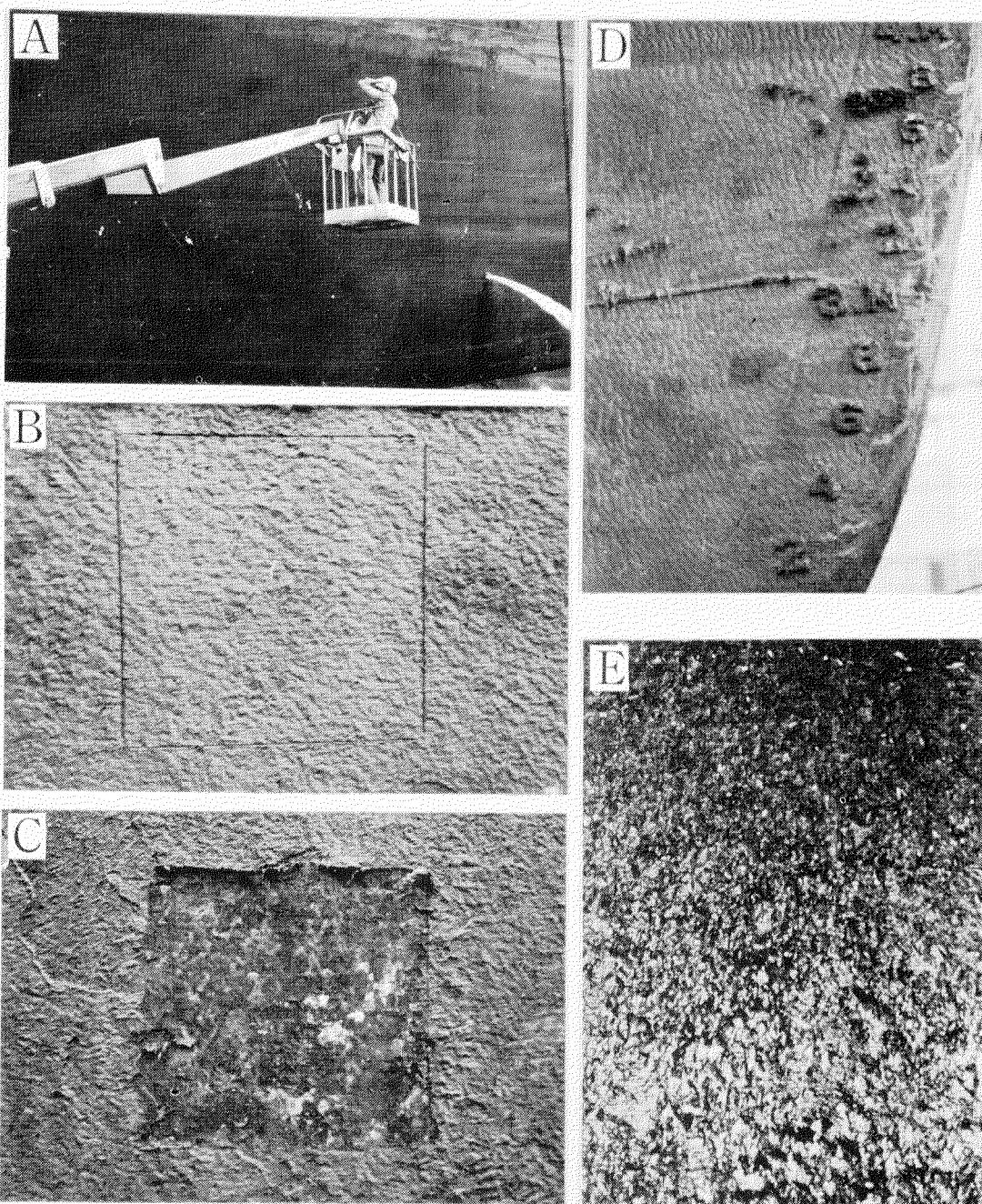


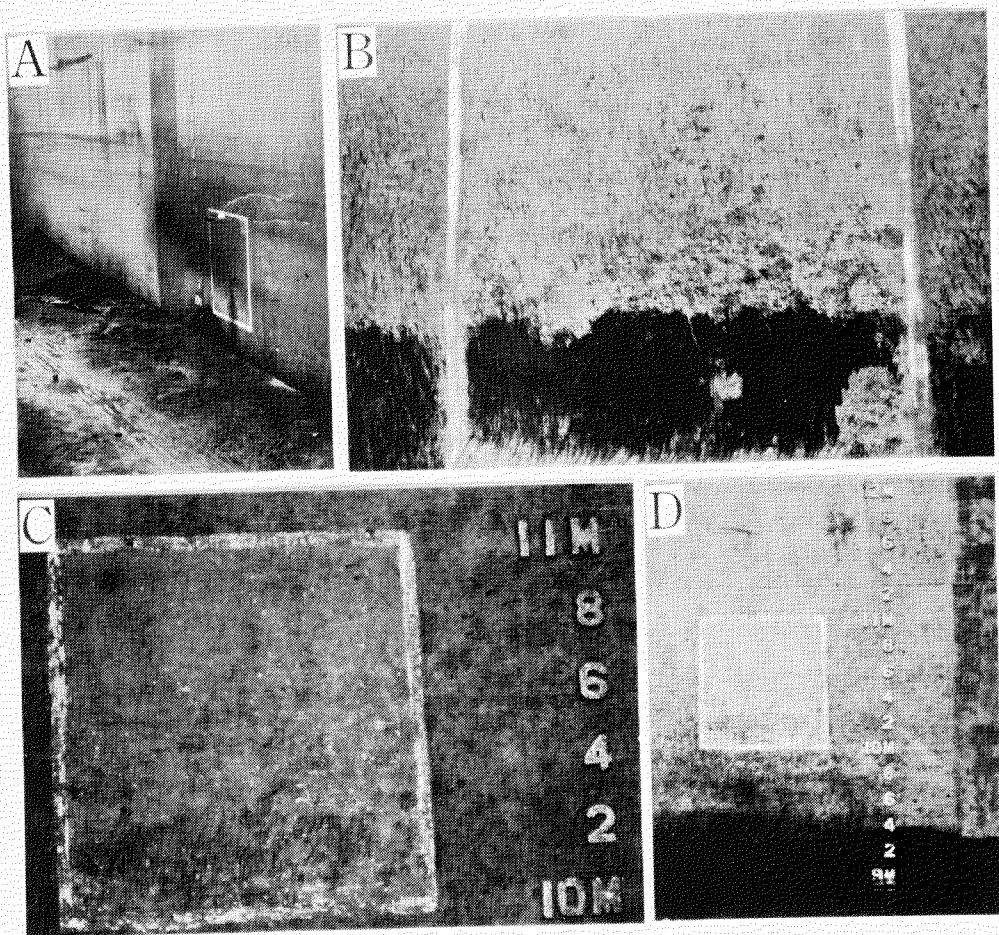
写真2.3.3 外航船尾張丸調査

A. B 昭和47年12月8日第1回調査

(戸畠港、中国塗料朝月氏写)

C. D 昭和48年2月8日第2回調査

(戸畠港、馬渡・朝月協同調査)



3.1 生物検定法の研究

3.1.1 目的・意義

防汚塗料はその中に含まれる防汚薬物がある有効濃度限界を越えて海水中に溶出し、これが海中の付着生物幼生のその面に接近することを妨げ、あるいは接触したものを殺すことによつて効力を発揮するものとされている。そのため近年は多種類の陸上用農薬を防汚剤とする塗料が開発されるに伴い、その迅速な効力の検定法が望まれるにいたつた。この見地から見れば、古くから行なわれている塗装板の海中浸漬試験は、一面においてもつとも実用的な方法として極めて有意義であることは確かだが、結局は薬物単独の効力そのものを示すのではなくて、ベヒクルとの組合せによる溶出率との相乗価を判定していることになるため解析がむづかしい。それに海中の条件が理化学的にも生物学的にも極めて複雑であるため、同一試験板でさえ地域によつても季節によつても同一結果を現わしがたく、極端な場合には同一地点、同一時期の結果ですら異つた結果を示すことがある。このような点を解決するためには、先ず薬物そのものの防汚効力を再現性の高い方法で検定せねばならない。この意味で、防汚効力検定法の開発確立は、防汚技術の発展のための必須研究として諸外国でも強力に推進されつゝある。

3.1.2 生物検定法の開発

無機の亜酸化銅については、海水中における微量分析法が確立されており、比較的容易に且つ正確にその溶出液中の濃度の決定が出来、それぞれの濃度における防汚力の判定は可なり容易である。しかし近年急速に発達した有機化合物についてはその微量分析が容易でなく、しかもその有効濃度の限界は亜酸化銅の $\frac{1}{10}$ 以下であるとされている。従つてある防汚剤の有効限界を分析によつて決めるることはなかなか困難であり、絶対値ではないにしてもむしろ生物を用いる検定法いわゆるバイオアッセイ法が実用されている。これについては各国ともいろいろの試みがなされているが、筆者もすでに十年近く以前にアルテミアスケール法を開発し、近年これに続いてクロレラ、スケール法を開発した。また、今年に入つてアオノリを用いる方法を試みている。

以下、この3方法の研究結果をまとめて記すことにする。この研究は2.2の成果と密接に関係し、3.3の新薬物の試用試験をへて4.2のベヒクルの研究に発展するものである。

3.1.3 アルテミア・スケールの研究(Artemia-scale method)

汚損生物中動物性のものの中心となるフジツボの幼生をそのまま材料とする方法は直接的といふ意味では最も望ましいものであるが、その付着期にあたるシブリス幼生をうるには少くとも約2週間を要し、飼育法自身決してむづかしいものではないとはいえたま誰でもが同じく容易に能率よく飼育できるとは限らない。それに季節によつて受精卵を得られぬ時期が3～6ヶ月あるから、年間を通じて実験を行うことは不可能である。この点を考慮に入れ、年間を通じ、誰でも大した失敗なく容易に使用しうる実験材料としてフジツボと同じ甲殻類に属し、かつ熱帯魚類などでたやすく乾燥卵で入手しうるブラインシユリンブ(学名 *Artemia salina*) を用いて防汚力検定を行うこととしたものである。この方法はすでに10年前より行つており、可なり多くの結果を得ているが、その精度を高めると共にその再現性を確認することなく努力している。なお、この方法はすでに二、三の農薬会社研究室、造船会社研

究室において、防汚剤および防汚塗料のスクリーニング用として実用化されており、いずれも良好な成果をあげていることを付記しておく。アルテミアをスケール（尺度）として検定するものであるのでアルテミア・スケール法と名づけておく。

(1) 方 法

市販のブラインシユリンプ乾燥卵（チューブ入り）をもとめ、3% NaCl 溶液にうかべ、なるべく水中に浸るように滤紙等で水面をおおうと、水温 20 - 25℃の場合 1 ~ 2 日中にその一部は孵化して微小な幼生が泳ぎ出る。条件をそろえるために第 1 日に孵化したものすべてピベットで吸いとつて別容器に移し、残りを放置しておくと第 2 日にも一部が孵化するのでこれも同様に吸いとつて別容器にうつす。孵化は通常 3 ~ 7 日くらい遅速があるが、毎日同様にしてその日の分を別容器に移して行けば、それぞれの容器内には孵化後の段階のそろつたものがストックとして隔離収容されていることになる。これを用いて実験を行えば、ほどステージのそろつた個体であるために結果のバラつきの最も少いものが得られる。ただし、生物である以上強弱の個体差は免れないから多少の結果の巾はやむを得ぬが、今までの経験から言うと、致死率の計算値において土 5%に入るのが普通であり、うまくいつた実験では土 2% の範囲に收まり、再現性が高い。すなわち、この方法は十分信ずるに足る結果をうることができるものである。

50 ~ 100 ml 入りの小容器を用意し、これに検定すべき防汚剤の種々の濃度の海水溶液を用意しこれに、段階のそろつたアルテミアをストック容器からピベットで吸いとつて移す。この際余り何回も吸いとつて移すと、その水量によつて濃度が大きく変るおそれがあるので、なるべくは 1 ~ 2 回程度でとどめることが望ましい。

吸いとりの際ストック容器を日光にあてあるいは電灯で照明すると、その走光性のためアルテミアは受光部に集まるから、その部分を吸いとると強健な個体を一吸いで可なり多く得ることができる。この時個体数をそろえる必要はないが、なるべく 50 個体以上を用いるようにすることがよき結果をうる。

防汚剤中に投入後はそのまま静置し、1、3、6、12、24 時間経過後に双眼頭微鏡下にこれを検して死亡個体を数えるのであるが、死にいたらぬ程度の衰弱個体の判定には次のような 2 段階を設ける。

- 1) 器底に沈むが付属肢はよく活動する。刺戟を与えると短距離移動するがすぐに静止してしまう程度のものを衰弱個体とみなす。
- 2) 器底に沈み刺戟によつても泳ぐことが出来ぬが付属肢はわづかに動かすことが出来る程度のものを半死個体とみなす

このようにして、致死個体、半死個体、衰弱個体のそれぞれの数を記録しておく。

24 時間目の計測を終つたのち、水温をあげてすべての個体をころし、その全数を数える。

この全数に対する致死率を以てその濃度のその時間の防汚力とするのであるが、その際に記 3 段階には一定の系数をかけてその合計と全数の百分比を出すことにより、判定を行うのであって、次にその実例を示しておく。すなわち、ある計測時に死んだもの 6、半死のもの 12、衰弱したものの 18 個体

で他はすべて元気に泳いでいたとすると

致死個体	6 個(系数 1)	6 × 1	} 合計 19.2
半死 "	12 個(系数 0.7)	12 × 0.7	
衰弱 "	18 個(系数 0.3)	18 × 0.3	

実験の最後に全個体を数えたら 63 あつたとすれば

$$\frac{19.2}{63} \times 100 = 30.5 (\%) \quad \text{これがこの時の致死率である。}$$

(2) 予備実験

アルテミア・スケールによるスクリーニングを行なう前に、普通海水の諸条件下での実験を行なつた。このことは、この方法が将来可なり普及しうる見通しがあり、これを実施する際における配慮すべき点を明らかにすることが必要となつたからである。

まず海水そのものについて行い、pH、水温、淡水混入の問題を検討し、一方実際処理上のケースについて行なつた。

(a) 海水を用いる場合、自然の港汚水でよいが、濾過して用いるべきか、あるいは特に前もって準備をすべきかはよく問題とされる。次に各種の海水を用いた比較試験の結果を 24 時間後の致死率で示しておく。

① 沖から汲んで来た海水を 3ヶ月以上瓶に貯えたいわゆる自浄海水	0
② 清水市折戸湾の新鮮海水を濾過したもの	0
③ 全じく濾過せず用いたもの	0.3
④ アルテミアの餌料として珪藻等を加えたもの	0.5
⑤ 人工海水	0

以上の結果から港湾海水をそのまま用いることは危険であり、少くともこれは濾過して用いるべきことがわかる。最も安全なのは自浄海水で以上の飼育を 10 日間継続しても全く変化がない。

(b) pH 値を 8.2 から 6.8 まで変化せしめて行なつた実験では安全な範囲は 8.2 ~ 7.8 であり、7.6 を下ると致死率が急増する。近年のごとく港湾汚染の進行した段階では港湾海水の多くは酸性へ傾いており、これを濾過して用いる場合にも pH 値を 8.2 ~ 7.8 の範囲に調整して用いる必要がある。

(c) 水温の実験は 10°C より 30°C の範囲で行なつたが安全なのは 14 ~ 24°C の範囲であり、とくに 24°C を越えると致死率は急増するから夏期の実験には十分の注意を要する。

(d) 淡水による稀釀を行なつて実験すると、海水に対して淡水注加量が 10% をこえたところから致死率が高くなる。したがつて自然の港湾水を濾過して用いる際降雨後の表面水を用いることはさけねばならない。

(e) 次に可なり苛酷な条件下での実験として 8月 27 日 ~ 9月 4日の夏期高温時冷房装置のない室内での実験を行なつた結果を表示すると次のようになる。

表3.1.1 各種条件下の自然致死率の日変化

容器の位置	水温	2日後	3日後	4日後	5日後	6日後
室内机上におき間接光が当る	26.3~29.2	0	3.5	54.7	82.0	86.1
窓際におき直射光が当る	27.4~31.6	0.5	2.4	52.4	87.1	89.6
室内机上におき黒紙で包む	26.9~29.6	1.5	8.6	72.4	92.5	96.3
室内机上におき半透明カバー	28.0~30.1	1.7	3.7	76.4	100.0	100.0
恒温器内におき点灯	19.1~20.0	0	0.5	2.3	5.4	22.8
恒温器内におき間接光が当る	19.2~20.4	0.3	0.8	1.0	2.6	7.6

以上の致死率より判断すると、実験2日後まではかなり苛酷な条件下でも実験に使用可能であることがわかるが、最もやさしいのは水温が26°Cをこさぬことであり、また光もある程度当ることがよさそうである。

4日目から急に致死率が高まるのは幼生の脱皮に関係があると思われる。

(3) 各種薬物のアルテミア・スケール実験

上記予備実験の結果により、孵化後2日目のアルテミアを用い、各種濃度に対する致死率の変化を

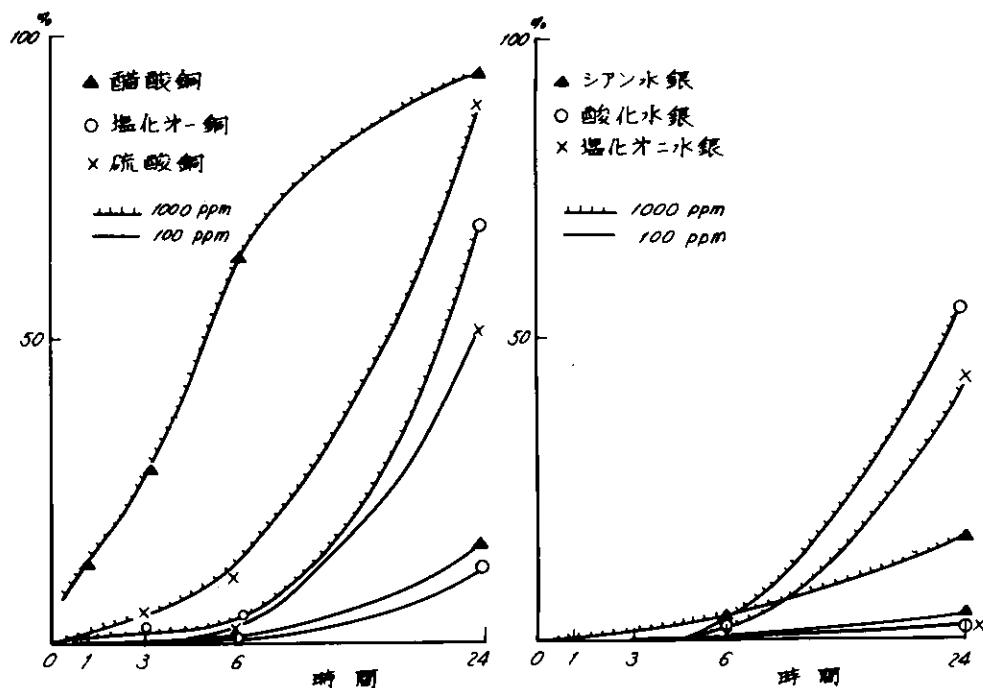
1.3.6.2 4時間後に調査した。作表の都合上途中経過を省略して24時間後の致死率を表示する。

表3.1.2 アルテミア・スケールによる24時間後致死率比較

ppm	3.2	10	32	100	320	1000	3200	10000
酸化第二銅				0	1	1	3	5
醋酸銅				19	92	95	99	100
酒石酸銅				2	4	5	3	19
塩化第一銅				14	56	77	71	100
亜酸化銅	9	11	9	3	4	5	2	4
硫酸銅			52	90	93	75	100	100
シアン水銀				5	10	17	77	100
沃化水銀				4	2	1	3	84
酸化水銀				0	4	55	89	99
塩化第二水銀				2	10	43	91	100
臭化第二水銀			8	3	16	-	-	-
硫酸第二水銀			5	19	97	100	100	100
塩化第一水銀				0	2	5	5	13
エチレングリコール		0	2	1	3	3		
エチルエーテル		1	4	4	2	2		
醋酸エチル		2	2	3	2	2		
メチル・エチルケトン		2	0	3	3	3		
チメチルホルムアミド		9	16	16	17	17		
チメチルアセトアミド		1	2	4	3	3		
チオキサン		3	3	4	2	2		
アセトン		0	1	1	2	2		
イソブロピルアルコール		2	4	1	1	2		
メチルアルコール		1	1	3	3	3		
エチルアルコール		3	1	0	1	2		
トリフエニル錫ハイドロキサイド	7	16	34	72	90			
トリブチル錫フマレート	16	32	85	100	100			
トリブチル錫フルオライド	5	0	2	74	93			

以上の結果を経時曲線として主なものについて記すと次のようになる。

図 3.1.1



(4) 半数致死濃度

上記の実験に用いたものの中半数致死濃度を出した結果を次に示す。

醋酸銅	135-150 ppm	酸化水銀	940-980 ppm
塩化第一銅	280-380	塩化第二水銀	1300-1500
硫酸銅	44-68	硫酸第二水銀	210-220
シアン化水銀	2000-2100	トリフェニル錫ハイドロキサイド	54-82
沃化第二水銀	6600-6800	トリプチル錫フルオライド	66-70
		トリプチル錫フマレート	19-27

(5) 有機錫系防汚剤の結果

上記結果の要約に見られるように有機錫系防汚剤は低濃度で有効であるが、その経時変化をくわしく表示すると次のようになる。

実験は2回繰返したので、それぞれ上下両欄に示してある。

濃 度 ppm		3.2		10		32		100		320			
時 間		1	3	6	24	1	3	6	24	1	3	6	24
トリフェニル 錫	第1回	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	34
	第2回	0	0	0	7	0	0	0	15	0	0	0	28
	平均	0	0	0	4	0	0	0	16	0	0	0	31
トリブチル 錫	第1回	0	0	0	5	0	1	1	0	0	0	0	2
	第2回	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
	平均	0	0	1	3	0	1	1	0	0	0	0	1
フルオライド	第1回	0	1	1	16	0	0	1	18	0	1	7	84
	第2回	0	0	2	12	0	1	3	32	0	2	11	85
	平均	0	1	2	14	0	1	2	25	0	2	9	85
トリブチル 錫	第1回	0	1	1	16	0	0	1	18	0	1	7	84
	第2回	0	0	2	12	0	1	3	32	0	2	11	85
	平均	0	1	2	14	0	1	2	25	0	2	9	85
フ マ レ ー ト		28	42	55	100	70	81	95	100	72	83	95	100
		27	37	60	100	71	82	95	100				

3.1.4 クロレラ・スケールの研究 (Chlorella-Scale method)

上記アルテミア・スケールは、動物性汚損の中最も重要な位置をしめるフジッボ類の幼生に代るものとして同じ甲殻類に属するブラインシユリンブ(アルテミア)を用いたものであるが、近年海藻の着生が重要視されてくるに伴い、恐らくは動物と大いにその付着機構が異なるであろうと想像される海藻防止力の判定にはアルテミアでは不適当と考えられる。そこで種々探索の結果近時食糧源などとして脚光をあびており、すでに以前から光合成研究材料としてとくにわが国でくわしく研究のなされている淡水産クロレラに着眼した。

これを材料とする、防汚剤の検定法の研究については数年前すでにこれの試みを行つた経験があり、薬物および塗装板溶出液に関する予備実験の結果、その成果の再現性と実際海中での防汚力の相関性について自信を得たので、その方法の改良をふくめて本研究でとり上げることとした。

(1) 方 法

淡水産クロレラの培養については別章(2.2)にのべてあるので省略するが、要するに通常培養液中で増殖するクロレラが、防汚剤をふくむ培養液内では増殖率を低下して行くであろうことを予測し、その低下率をもつて防汚剤の防藻力判定の基準としようとするものである。従つてクロレラの増殖の最もよい時期6日間を用いてその判定を行なつた。

まず、小型の扁平培養瓶をよく洗滌して乾かし、同じく水洗乾燥した漏斗管をとりつけて綿栓し、新聞紙にくるんで乾熱滅菌器中で150°~160°Cで2時間滅菌する。

一方蒸溜水1ℓに対しMyer4N 100mlとArnon A5 1mlを加えたA液とFeSO₄の0.1%液1ℓとをコップ滅菌器を用い100°Cで1時間滅菌する。

翌日まで放置放冷した両液を等量に混合したのち、同じく放冷した扁平培養瓶10~12個に分注し、その1つを対照として残し、他にはそれぞれ異なる所定の濃度系列になるとく防汚剤を加える。これ

IC 5 cc のクロレラストック培養液を加えると淡黄色を呈する。

これを通気培養装置に併列し、螢光灯による照明(約2000ルクス)を与えながら、空気と炭酸ガスの等量混合気体を通気して培養をつゝけるとクロレラの増殖によって培養瓶内の液は淡緑色、緑色をへて深緑色と変化して行くが、防腐剤をふくむものは増殖がおそいのでその変色がおそく淡色にとどまり、時としてはクロレラが死滅して無色透明となる。

これを接種後1、2、4、6日目にカラー写真に撮影して色調の変化を記録するとともに、各瓶より5~10 cc の液を取り出し、血球計算に用いるヘマトクリットを用いて4000回転で20分間遠心分離する。

かくして得たクロレラの体積を目盛によつて見るとその値はその液のその時点におけるクロレラの増殖を示すことになる。これを無処理培養液の量を100として百分比を出せば、これが増殖抑止力の%と考えてよいわけである。

このような実験によつて得られた値は過去の予備実験においてよく海中防汚力と比例するが、こゝではまず錫化合物3種と亜酸化銅について研究することとし、また新しい試みとしてこれを海水に馴化したクロレラを用いて出すこととした。次にその結果を示しておく。

トリプチル錫フマレートの増殖率

ppm	1000	320	100	32	10	3.2	1.0	0.32	対照
1日目	33.3	33.3	41.7	33.3	75.0	108.3	100.0	91.7	100
2 "	13.5	13.5	19.2	28.8	57.7	105.8	100.0	101.9	100
4 "	7.3	6.5	10.6	11.4	6.6.7	108.1	101.6	105.7	100
6 "	1.2	1.2	2.0	8.2	6.0.0	101.6	93.9	94.7	100

トリプチル錫フルオライド

ppm	1000	320	100	32	10	3.2	1.0	0.32	対照
1日目	63.6	81.8	90.9	109.1	100.0	109.1	109.1	109.1	100
2 "	16.1	29.0	32.3	100.0	100.0	93.5	100.1	96.8	100
4 "	5.1	11.2	46.9	94.9	92.9	89.8	92.9	96.9	100
6 "	2.3	10.7	46.5	88.4	101.9	97.7	90.2	96.7	100

トリフェニル錫ハイドロキサイド

ppm	1000	320	100	32	10	3.2	1.0	0.32	対照
1日目	50.0	65.0	85.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	100
2 "	26.5	36.7	38.8	40.8	38.8	45.0	57.1	57.1	100
4 "	11.3	17.9	14.2	10.4	28.3	28.3	40.6	57.5	100
6 "	8.9	14.8	14.8	10.4	16.3	32.6	65.2	63.7	100

亜酸化銅

ppm	1000	320	100	32	10	3.2	1.0	0.32	対照
1日目	76.9	84.0	107.7	100.0	92.3	100.0	84.6	69.2	100
2 "	83.3	93.3	96.7	106.7	93.3	93.3	100.0	83.3	100
4 "	89.4	90.9	106.1	106.1	103.0	103.0	110.6	95.5	100
6 "	83.0	94.7	101.2	114.1	93.0	87.7	120.5	98.2	100

以上を一覧するため各濃度における6日目の値を比べると次のようになる。

ppm	1000	320	100	32	10	3.2	1.0	0.32	対照
トリプチル錫フマレート	1.2	1.2	2.0	8.2	60.0	101.6	93.9	94.7	100
トリプチル錫フルオライド	2.3	10.7	46.5	88.4	101.9	97.7	90.2	96.7	100
トリフエニル錫ハイドロキサイド	8.9	14.8	14.8	10.4	16.3	32.6	65.2	63.7	100
亜酸化銅	83.0	94.7	101.2	114.1	93.0	87.7	120.5	98.2	100

この表で増殖率20%以下、すなわち80%以上の抑止力をもつ濃度を見ると

トリプチル錫フマレートは32 ppm 以上

トリプチル錫フルオライドは320 ppm 以上

トリフエニル錫ハイドロキサイドは10 ppm 以上

となり、亜酸化銅の抑止力は低い。

3.1.5 アオノリを用いる方法(Enteromorpha method)

防藻力判定のために、その中心をなすアオサ・アオノリと同じ緑藻に類するクロレラを用いる実験は、あたかもフジツボに対するアルテミアと同様の発想にもとづくものである。この際アオノリ及びフジツボを直接用いない理由の一つはその飼育培養にある程度の技術を要することから生物学に縁の深い化学者、技術者にはそう容易なものではないという点にあるが、今一つの理由は着生段階に入つたものをそろえることが困難で、また着生、非着生の個体数を正しくつかむことが困難なのによる。そこで種々検討の結果、三重県立大学海藻研究室の示唆を得てアオノリを使う新しい方法を試みることにした。その原理は、海藻の着生根は地上植物の場合とは全く異なり、栄養吸収に全く関係がなく、単純に支持のみの役割りをするものである以上、必らずしも着生は生長と関係づける必要がないこと、したがつて葉状体の細胞の生死を判定し得ればそれでアオノリ全体の生死を知りうることである。

この点を応用して、防汚剤による葉状体拡大生長の抑制力を調べ、あるいは細胞の生活力を調べることによつて効力判定に役立たせようと試みたわけである。

(1) 薬剤による葉状体生長抑制力の判定

静岡県用宗港に大量に着生するアオノリを採集して実験室にもちかえり、葉状体中央部分より5×10 mm² の長方形を切り抜く、これを次の処方の培養液約1ℓを収めるフラスコにとり、温度を20℃に保ち、螢光灯数体を用いて数千ルックスの照明を与えつつ通気培養すると、葉片は気泡の上昇に

よってつねに攪拌されつゝ成長して行く。

培養液	NaNO_3	0.042g	海水900ml にとかし、フラスコの まゝコツホ滅菌器内で 100°C 1時間滅菌する。
	$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	0.011g	
	$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.27mg	
	$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.02 "	
	K I	1.7 "	
	$\text{Na}_2\text{-EDTA}$	3.7 "	
	Vitamin B12	1.0 μg	

当初平底フラスコに培養液400mlを入れ、特に設計した培養箱内におき6日間培養したが、水温を20°Cに保つごとくし白色螢光灯20W12本、10W4本で1日9時間づつ照明したほか、培養液自身も2日、4日後に新製し交換して万遺漏なきを期した。

その間1、2、4、6日目に20枚の葉片より毎回5枚づつ取り出し、防汚剤をふくまぬものを標準として、各濃度のものがあわせて取扱つた。

具体的には、葉片を0.2%エリスロシン溶液に2分間ひたしたのち海水で1分間づつ2回洗浄し、これをグラフ用紙上に並べて貼りつけた。

この方法により、死滅細胞は赤くそまり、衰弱細胞は葉緑素を失わぬまゝ多少染色され、健康細胞は全く染まらない。その上方眼紙の枠区画を数えてかなり正確に葉片の成長を知ることができた。

得た結果を表示すると次のようになる。

ppm	トリプチル錫マレート 染色率%						生長(mm^2) [50.0 は成長停止を示す]						
	Blank	0.32	1.0	3.2	10	32	Blank	0.32	1.0	3.2	10	32	
1日	0.4	0.4	2.0	0	0.8	76.4		53.2	50.6	50.4	50.6	51.0	50.4
2	5.5	0	3.1	82.4	79.5	100		70.0	65.8	52.6	51.0	50.4	50.8
4	6.5	7.0	9.5	92.0	100	100		85.3	81.4	62.0	50.0	50.0	50.0
6	15.3	9.4	52.6	100	100	100		100.7	98.3	62.8	50.0	50.0	50.0

ppm	トリプチル錫フルオライド						生長(mm^2) [50.0 は成長停止を示す]						
	Blank	0.32	1.0	3.2	10	32	Blank	0.32	1.0	3.2	10	32	
1日	0.7	1.5	1.0	0	0.4	0		54.2	54.6	52.8	52.4	53.8	50.2
2	6.2	/	1.8	1.2	5.1	42.8		75.4	/	68.8	70.2	55.0	50.2
4	3.0	0	2.7	1.5	2.9	97.0		98.3	103.0	95.0	82.3	53.4	50.0
6	1.1	4.5	5.1	13.5	30.3	100		126.3	108.6	125.0	136.7	64.4	50.0

トリフェニル錫ハイドロキサイド

ppm	Blank	0.32	1.0	3.2	10	32		Blank	0.32	1.0	3.2	10	32
1日	0	0.8	11.7	0.8	2.4	65.0		60.8	52.6	50.6	50.0	50.0	50.0
2	0.7	20.7	20.4	36.4	96.4	91.6		70.2	54.2	50.0	50.0	50.0	50.0
4	5.6	60.0	60.0	100	100	100		91.2	55.8	51.2	50.0	50.0	50.0
6	22.7	80.2	93.8	100	100	100		117.8	56.6	54.2	50.0	50.0	50.0

亜酸化銅 染色率(%)

ppm	Blank	0.32	1.0	3.2	10	32		Blank	0.32	1.0	3.2	10	32
1日	0	0.8	9.2	0.4	3.9	0.4		54.0	52.4	53.8	54.6	51.0	53.4
2	3.4	0.7	2.2	16.0	1.2	1.9		58.8	57.6	55.4	61.4	55.4	55.4
4	0.3	7.9	1.6	0.3	3.3	4.0		69.6	64.4	80.2	73.6	68.0	73.2
6	0	0	5.0	0.5	0	4.7		93.7	76.5	91.5	98.5	71.0	104.8

以上の表より6日目の値を比べると次のようになる。

ppm	Blank	0.32	1.0	3.2	10	32		Blank	0.32	1.0	3.2	10	32
トリプチル錫フマレート	15.3	9.4	52.6	100	100	100		100.7	98.3	62.8	50.0	50.0	50.0
トリプチル錫フルオライド	1.1	4.5	5.1	13.5	30.3	100		126.3	108.6	125.0	136.7	64.4	50.0
トリフェニル錫ハイドロ	22.7	80.2	93.8	100	100	100		117.8	56.6	54.2	50.0	50.0	50.0
亜酸化銅	0	0	5.0	0.5	0	4.7		93.7	76.5	91.5	98.5	71.0	104.8

これより次のようなことが考えられる。

トリプチル錫フマレートの有効濃度は 1.0 ppm 以上

トリプチル錫フルオライド " 1.0 ppm 以上

トリフェニル錫ハイドロキサイドの有効濃度は 0.32 ppm 以上

3.1.6 3種の生物検定法による結果の総合評価

上記3検定法の結果を一覧表にすると次のようなになる。

		トリプチル錫フマレート	トリプチル錫フルオライド	トリフェニル錫ハイドロ	亜酸化銅
アルテミア スケール	有効順位 TLm 24 30%以上致死率	1 19 ppm 10 ppm+	3 66 ppm 100 ppm	2 54 ppm 32 ppm	4 — —
クロレラ スケール	有効順位 80%抑止力	2 32 ppm+	3 320 ppm+	1 10 ppm+	4 —
アオノリ実験	有効順位 染色率 30%以上 生長 65mm ² 以下	2 1.0 ppm+	3 10 ppm+	1 0.32 ppm 0.52 ppm	4 — —

以上の諸実験によつて次のことを結論としても差支えないであらう。

1) 動物であるアルテミアと植物であるクロレラ、アオノリとは実験結果は必ずしも一致しない。

これは防汚剤には少くとも動物と植物に対する反応の差、すなわち選択性があることを示してゐる。

2) クロレラスケールとアオノリ実験とはその結果がよく一致してて、クロレラスケール法が防汚力判定に十分役立つことを示す。と同時にアオノリ実験もその簡便法として可なり有効に用いられる。

写真3.1.1 各種検定法

A. クロレラ通気培養装置

B. アオノリ染色実験結果（トリフェニル錫ハイドロキサイドの例）上左24時間後、下左48時間後、上右96時間後、下右144時間後

各組横列上より Blank, 0.32 ppm, 1 ppm, 3.2 ppm, 10 ppm, 32 ppm

C. アルテミアの孵化状況

D. 塗装板の通気溶出装置

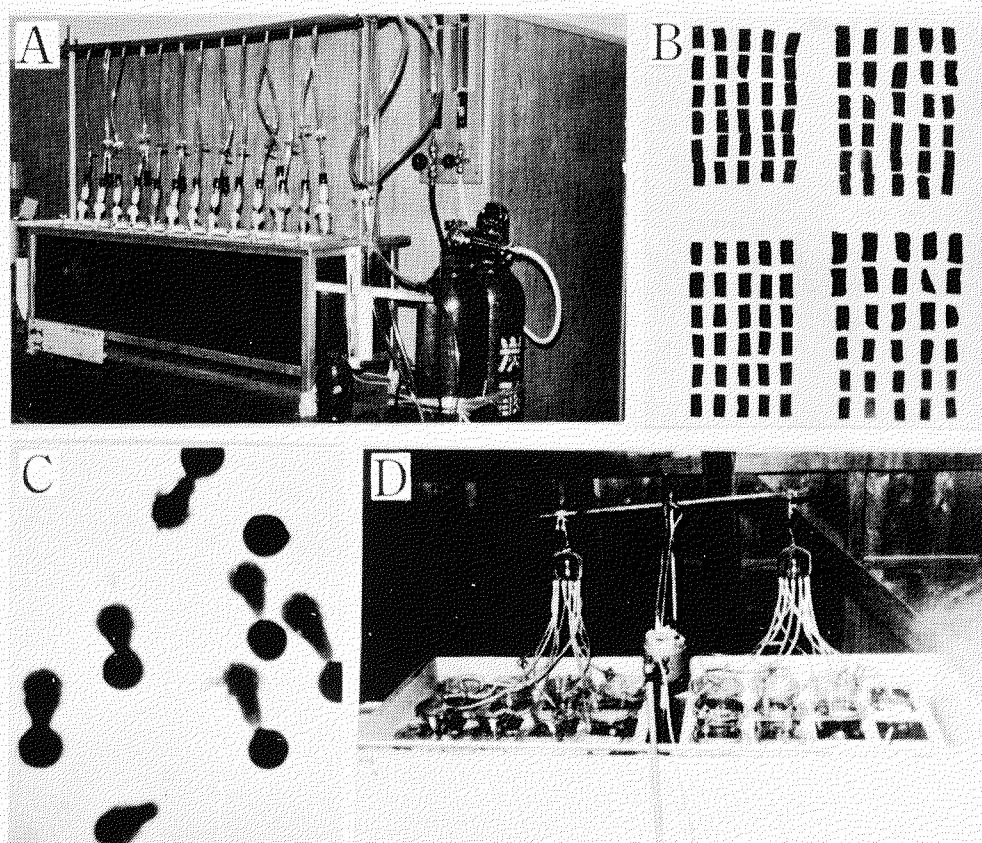
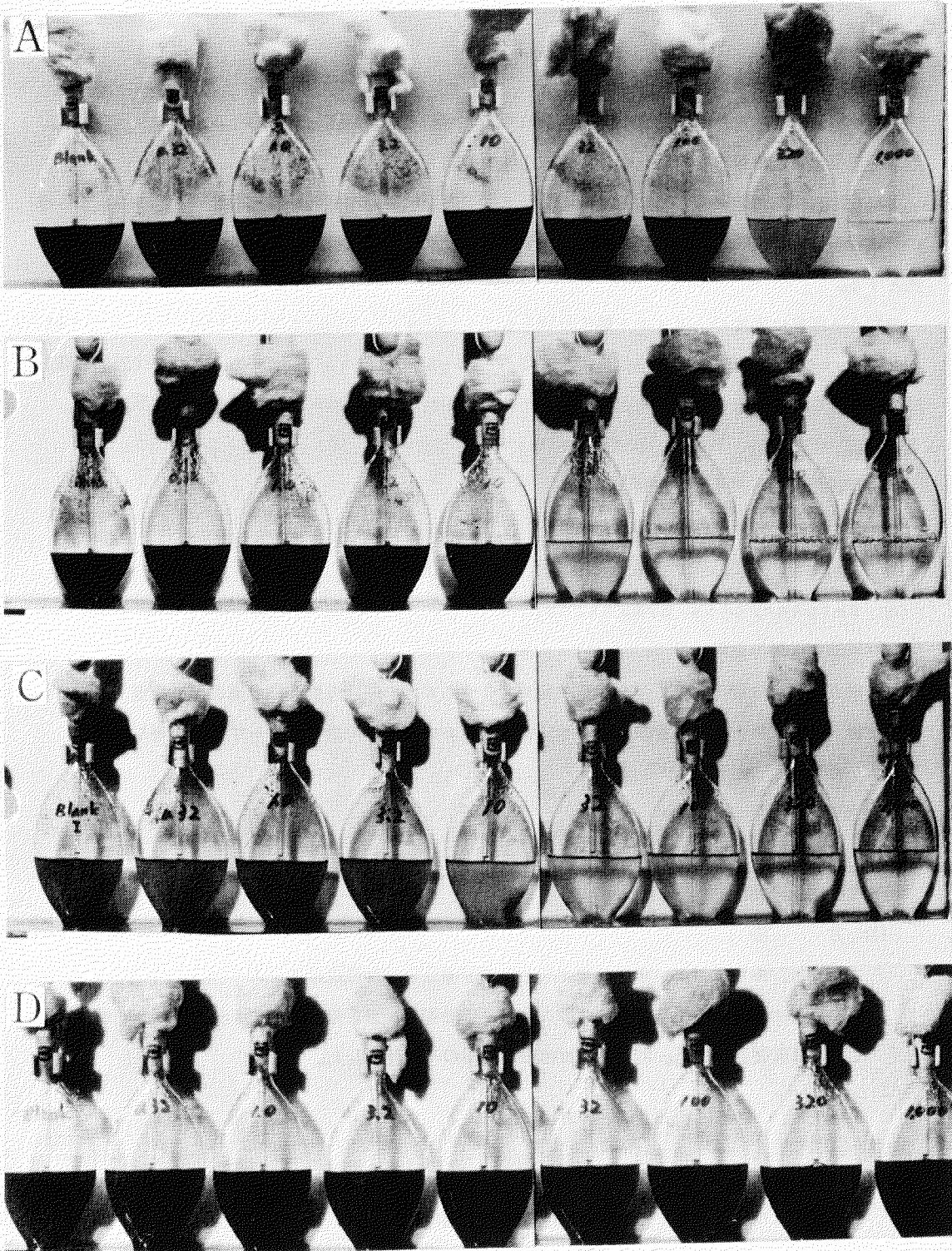


写真3.1.2 クロレラスケール法による防汚効力
判定実験結果(144時間後)

- A. Tributyltin fluoride
- B. Tributyltin fumarate
- C. Triphenyltin hydroxide
- D. Cuprous oxide

左より、0 (blank)、0.32、1、3.2、10、32、100
320、1000 ppm



3.2 各種防汚剤の安全性試験

3.2.1 まえがき

安全かつ長期有効な防汚力を有し、造船所の作業において安全衛生上問題がなく、かつ海水中に溶出しても残留による汚染公害の恐れのない防汚塗料が要望されている。

本試験は各種防汚剤に関して動物試験によつて安全度を検討し、特に各国とも重視されつつある各種の有機錫系化合物に関して早急にその可能性を検討し、緊急の船底塗料対策確立の基盤を得ることを目的とする。

昭和47年度は固体のトリプチル錫化合物としてTributyltin fluoride, Tributyltin fumarateを、トリフェニル錫化合物として、Triphenyltin hydroxideを代表的に取上げ、これら有機錫化合物およびそれらを含有する防汚塗料の毒性、特に皮膚障害について調査した。

3.2.2 試 料

(1) 有機錫化合物(表3.2.1参照)

- (a) Tributyltin fluoride
- (b) Tributyltin fumarate
- (c) Triphenyltin hydroxide

(2) 有機錫含有防汚塗料

上記3種の有機錫化合物を各10%濃度で含有するビニル系防汚塗料。(表3.2.1参照)

なお、比較試料として、亜酸化銅5.5%含有するビニル系防汚塗料を取上げた。(表3.2.1、3.2.2参照)

3.2.3 方法及び結果

(1) 塗布実験

(a) 有機錫化合物

(i) 方 法

マウス、モルモット、家兔を用いて、皮膚障害ならびに経皮毒性を調べた。有機錫化合物は、亜麻仁油に溶かして1%溶液とし、これを実験動物の背部定位置に毎日1回、ほぼ一定量を塗布し、20日間観察した。対照部位には亜麻仁油のみを塗布した。

(イ) マウス

生後1ヶ月の雄マウス(体重約20g)を用い、1群20匹として毎日後背部に試料を塗布した。塗布面は直径約2cmの円状とし、剃毛はしていない。経日の観察を20日続けた後、皮膚および内部臓器をとつて病理組織学的検索に供した。

(ロ) モルモット

体重150g前後の雄。1群10匹とし、背部両側の毛を刈り、一方には試料含有亜麻仁油を、他方には亜麻仁油のみを直径約5cmの円状に塗布した。20日間の観察後、塗布面の皮膚をとり、組織標本を作成した。また、肝、腎、脳については臓器内錫の定量を行なつた。

(i) 家 兔

成体、雄、1群を5匹とし、モルモットの場合と同様にして調べた。

(ii) 結 果

(1) マウス

1) 体重及び肉眼的観察

Triphenyltin hydroxide 群は塗布開始後急激に体重が減少し、20日間の観察期間内に全個体が死亡した。また、Tributyltin fluoride 群、Tributyltin fumalate群においても塗布開始後7～10日前後に一過程の体重減少があつた。（図3.2.1～3.2.4）

3群とも塗布後7～8日目に塗布面の皮膚が体毛と共に剥離した。（写真3.2.1）

2) 病理所見

・ 皮 膚

3種錫化合物にはほぼ共通した所見が得られた。主な所見は

- ① 基底細胞および真皮表層の膨化
- ② 表皮の壞死およびアカントサイトーシス（角化層増生）
- ③ 真皮層の浮腫
- ④ 軽度の細胞浸潤（主として円型細胞）

であり、3種化合物間での差はみられなかつた。（写真3.2.2～3.2.5）

これらの病変は試料による表層部の壞死とこれに対する生体反応と考えられる。また、これらの試料は直接傷害性で、アレルギー性のものではない。

・ その他の臓器

脳、肝、腎、脾、睪丸を対象に病理学的に検索したが、いづれも著明な変化は認められなかつた。

脳 ほとんど変化なし

肝 軽度のうつ血のみ

腎 糸球体、尿細管ともほぼ変化なし、全体に極めて軽度のうつ血を認めるのみ

脾 極めて軽度のうつ血のみ

睪丸 ほとんど変化なし

以上の変化は、いづれも極めて微少で、また3者間に差異を認めない。

(2) モルモット

1) 肉眼的観察

Triphenyltin hydroxide 群、Tributyltin fumarate 群は急速に体重が減少し、20日迄に前者の60%、後者の30%の個体が死亡した。（写真3.2.6）
3群ともに塗布翌日から塗布面に発赤が認められ、塗布後10日頃から皮膚胞厚が著明となつた。水疱、ビラン、潰瘍等は認められなかつた。

2) 病理所見

基本的所見は、マウスの場合とほぼ同様で、3者間の差異は認めなかつた。

- ① 表皮層の膨化
- ② 基底細胞の膨化
- ③ 軽度の細胞浸潤

が主徴である。ただし、マウスの場合と異なつて、壞死像はあまり認められない。（写真3.2.7～3.2.9）

3) 臓器内錫含量の測定

上記処置をしたモルモット（20日間塗布後）の各臓器中の錫含量は次のようであつた。
なお、測定は、日立207型原子吸光光度計で行なつた。各値は3匹の平均値を対照の%で示してある。

	肝	腎	脳
Control	14.0 pphm	14.7 pphm	8.3 pphm
Tributyltin fumalate	140%	148%	178%
Triphenyltin hydroxide	178%	110%	142%
Tributyltin fluoride	132%	142%	148%

(a) 家 兔

1) 肉眼的観察

3群とも塗布翌日から発赤が認められ、7日目頃から脱毛、発赤増強、ピラン、皮形成が観察された。皮膚肥厚が著明であつた。（写真3.2.10）

2) 病理所見

基本的には、マウス、モルモットの場合と同様に、試料による直接傷害像と、これに対する反応像とが観察された。

- ① 角化層の増殖
- ② 表皮層での細胞浸潤、一部壞死
- ③ 基底細胞の膨化、被刺状態
- ④ 真皮層の浮腫、一部纖維増加

特に反応性の皮膚肥厚が前二者より強い。（写真3.2.11～3.2.12）

(b) 有機錫含有防汚塗料

(i) 方 法

マウスDDD系♂5週令、10匹1群、モルモット♂若成体、3匹1群、家兔♂成体、2匹1群として各々4群づつを用意し、各群毎に3.2.2試料の項で述べた検体塗料を、10日間にわたり毎日1回塗布した。

対照はCu₂O 5%含有の塗料である。肉眼的観察と体重測定を行なつた後、10日後に塗布部

位の皮膚を採取して病理組織学的検索に供した。塗布部位は、マウスの場合は後背面全部、モルモットと家兎の場合は剃毛した背面中央の径約 5 cm の円形部位である。

(ii) 結 果

(1) マウス

1) 体重および肉眼的観察

体重減少ないし増加抑制は、有機錫化合物 1 %含有亜麻仁油の場合と異なつて、それほど著明ではなかつた。対象の Cu₂O 5 %含有塗料群と、Triphenyltin hydroxide 10 %含有塗料群の間には差が認められない。また、Tributyltin fumarate 10 %含有塗料群、Tributyltin fluoride 10 %含有塗料群の両群では、塗布開始 4 日後まで一過性の体重減少があつたが顕著とはいひ難い。（図 3.2.5）

4 群すべてにおいて、塗布後 6 日目頃から塗布面周囲に軽い脱毛が起り、以後徐々に進行した。この頃から、塗布面下では皮膚の剥離が進行し、周囲より浮き上り、一部剥落する個体もあつた。脱毛または剥離した部分の皮膚はなめらかであつて、発赤、ピラン等にまで進むものはなかつた。以上の変化は 4 群とも共通で差は認められない。

2) 病理所見

皮膚障害の程度を表示すると以下のようになる。（写真 3.2.1.4～3.2.1.6）

	Cu ₂ O	TBT FM	TPH	TBF
角化増生、壞死	±	±～+	±	±
表皮膨化、増生	±	+	±～+	±
基底細胞膨化	±	+	±	±
真皮、皮下組織浮腫	−～±	+	±	+～++
細胞浸潤	±	+	±	+～++
反応性繊維増殖	−～±	±	+	±
血管病変	−	−	−	−
アレルギー性変化	−	−	−	−

−；なし ±；極めて軽度 +；軽度

++；中等度 ++；強度

(2) モルモット及び家兎

1) 肉眼的観察

塗布実験前後の体重は以下に示す通り、殆んど変化していない。6 日目頃には、マウスの場合と同様に、塗布面周囲に軽い脱毛がみられ、徐々に進行した。検体塗料の一部剥落が観察された Tributyltin fluoride 群での脱毛が最先行したが、この場合にも発赤、ピランは形成されなかつた。^{*}

塗布前後の体重変動

検体塗料	モルモット		家 兔	
	前	後	前	後
T B T F M 10%	360g	340g	2800g	2750g
T P T H 10%	380g	420g	2750g	2800g
T B T F 10%	360g	380g	3000g	2950g
Cu ₂ O 55%	400g	400g	2650g	2600g

* マウスの場合も含めて、これらの皮膚変化は、主に塗料中の溶剤によつてひきおこされたものと思われる。

2) 病理所見(写真3.2.17~3.2.20)

モルモット

	Cu ₂ O	T B T F M	T P T H	T B T F
表・真皮膨化	±	±	±	±
細胞膨化	±	±~+	±~+	±
浮腫	±	±	±	±
細胞浸潤	±	±	±	±~+
壞死	-	-	-	-
反応性繊維増殖	±	±	±	±
血管病変	-	-	-	-
アレルギー性病変	-	-	-	-

家 兔

	Cu ₂ O	T B T F M	T P T H	T B T F
表・真皮膨化	±	+	±	+
細胞膨化	-~±	+	±~+	+
浮腫	+	±	+	±
細胞浸潤	-~±	+	±~+	±
壞死	-	±	-	-
反応性繊維増殖	±	+	±	+
血管病変	-	-	-	-
アレルギー性病変	-	-	-	-

(2) 経口毒性

(a) 方 法

3種の有機錫化合物につき、マウスに経口投与した場合の50%致死量($L D_{50}$)を求めた。市販のサラダ油に0~80mg/mlの割合で試料を溶かし、10段階の濃度をもつ検体を作つた。マウス用胃内ゾンデを用いて、これを1匹当たり0.2ml量強制投与し、48時間後の生死を判定して $L D_{50}$ を求めた。マウスは、体重約27gのDDD系で、各濃度区分毎に5匹をもつて1群とした。

(b) 結 果

$L D_{50}$ は以下の通りであつた。

Tributyltin fumalate 170 mg/kg b.w.

Tributyltin fluoride 422 mg/kg b.w.

Triphenyltin hydroxide 496 mg/kg b.w.

(3) パッチテスト

(a) 方 法

人の皮膚に対する影響を、パッチテスト用の伴創膏を用いる通常の方法で調べた。試料は前記の有機錫化合物で、これを亜麻仁油に0.1%濃度にとかし、被験者の左腕内側に貼布して24時間後に判定した。

(b) 結 果

以下に表示する通りであつた。Tributyltin fumarate, Triphenyltin hydroxideに対して極めて軽度の発赤を示した者が1名あつた他は、全員が陰性であつた。

被験者	性	年令	アレルギー性要因	T B T F M	T P T H	T B T F
1	♂	35	-	-	-	-
2	♂	36	-	-	-	-
3	♂	37	-	-	-	-
4	♂	32	-	-	-	-
5	♂	24	-	±	±	-
6	♂	22	-	-	-	-
7	♂	27	-	-	-	-
8	♂	36	-	-	-	-
9	♂	22	-	-	-	-
10	♂	24	-	-	-	-
11	♂	23	-	-	-	-
12	♂	23	-	-	-	-
13	♂	24	-	-	-	-
14	♀	35	-	-	-	-
15	♀	24	-	-	-	-

被験者	性	年令	アレルギー性要因	T B T F M	T P T H	T B T F
16	♀	23	—	—	—	—
17	♀	24	—	—	—	—
18	♀	24	—	—	—	—
19	♀	23	—	—	—	—
20	♀	21	—	—	—	—

3.2.4 考 察

有機錫化合物は一般に毒性を有すると考えられる。この研究で試料とされている3種についても、既に文献上明らかな毒性記載が見られる。特に農薬等に利用される関係で、その検討はかなり行なわれたとしてよい。この研究でえられた急性毒性のデータは、DDD系マウスを用いた経口投与法において、LD₅₀ で Tributyltin fumarate, Tributyltin fluoride, Triphenyltin hydroxide それぞれ 170 mg, 422 mg, 496 mg (体重kg当たり) であり、強烈な毒性でないが、看過し得ない毒性と考えられる。

しかし、船底防汚塗料用の毒物として使用される場合に、まず検討されるべきは、その塗装上起り得る毒性としての経皮毒性である。皮膚障害性を含めて経皮的に発現する毒性は本文に記述されるように、マウス塗布試験で、Triphenyltin hydroxide は 20 日間の観察期間内に急激な体重減少を示し、全個体(20匹)が死亡、Tributyltin fumarate, Tributyltin fluoride はともに塗布 7~10 日で、体重減少を示した。また、3者いづれも皮膚症状として塗布面の皮膚剥離が起り、病理所見でも共通して前記のように、表層部の壞死とこれに対する生体の反応と考えられる病変が観察された。しかし、臓器に関しては、著明な変化は極めて微少である。モルモットにおいては、Triphenyltin hydroxide 塗布群では、観察期間 20 日間に至るまでに 60% が死亡し、Tributyltin fumarate 塗布群では 40% が死亡した。3者各群の塗布皮膚面の発赤、皮膚肥厚が著明であり、病理所見はマウスのそれと殆んど同様で、ただ壞死像はあまり認められていない。経皮吸収が行なわれている証左としては、前記に示すように、3者ともに肝、腎、脳への分布が認められている。家兔における実験結果もほぼマウス、モルモットに類似するが、皮膚肥厚はやはり強く発現することが観察された。

これらの毒性は、供試品の分析値などよりみて、夾雑物によるとは考えられず、また使用した溶剤の影響は無視されないとても、有機錫化合物 3 者そのものの毒性であることは明白である。

次にこれらを含有する試作塗料の毒性試験をマウス、モルモット、家兔により行なつたが、対照の亜酸化銅含有塗料と殆んど共通な変化を示した。この結果は塗料中の有機錫化合物が皮膚に直接的障害を与えるだけの浸透あるいは分配が殆どなかつたのではないかと推定させる。しかし、塗料構成の各成分、物理的状態などによつては、浸透、分配がありえよう。従つて今後この点について検討を進める必要がある。

動物に対する障害とともに人体特にアレルギー症状の有無の検討が不可欠であるが、パッチテストを男女20名（年令21～37才）について行ない、*Tributyltin fumarate*, *Triphenyltin hydroxide*に対して、極めて軽度の発赤を示した1名を除いて、陰性の結果を得た。即ち、アレルギー反応はないと推定される。

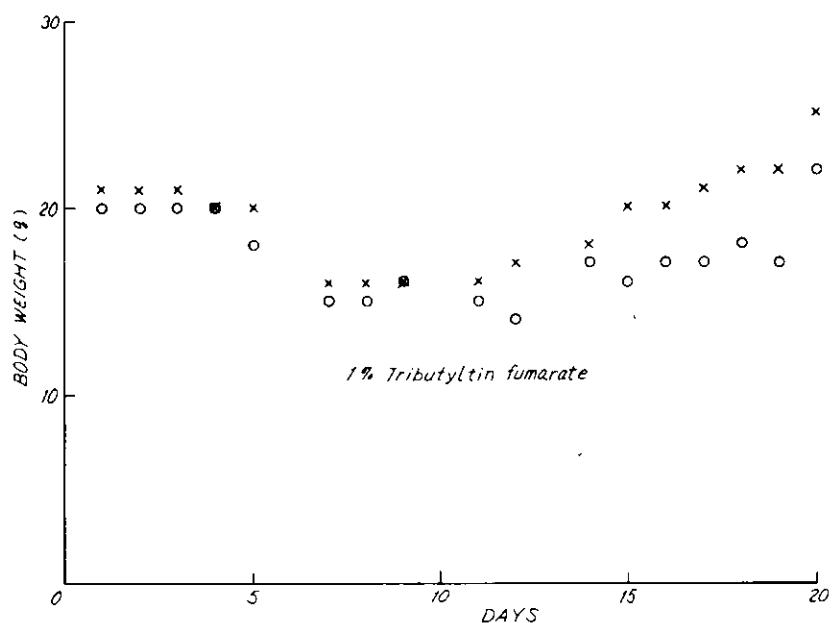


図3.2.1 実験マウスの体重変動 (TBTM 1% アマニ油)

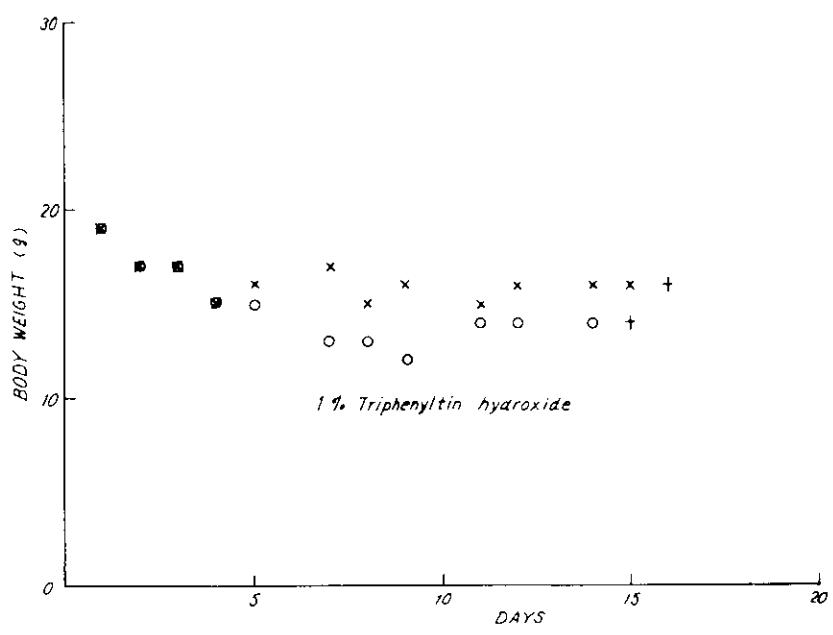


図3.2.2 実験マウスの体重変動 (TPTH 1% アマニ油)

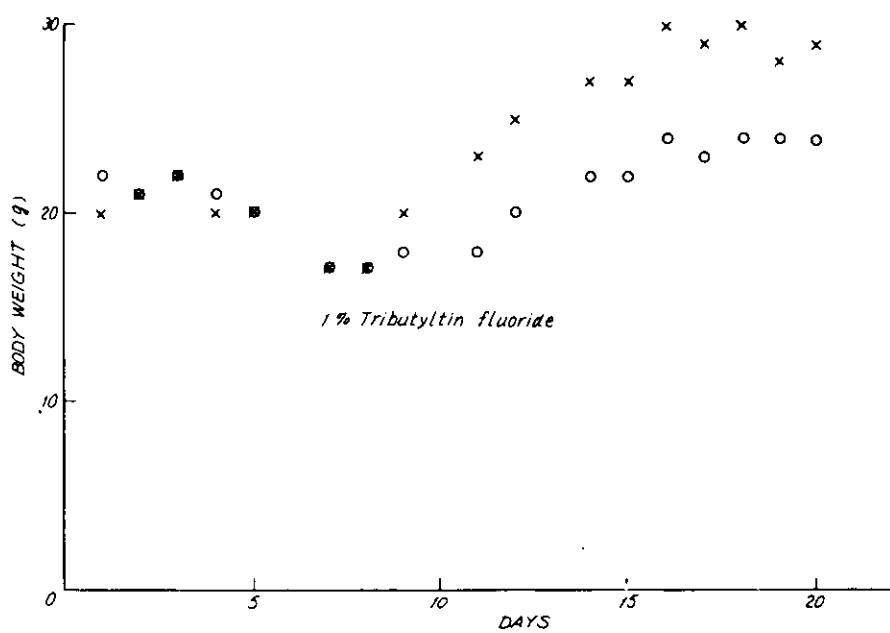


図 3.2.3 実験マウスの体重変動 (TBTF 1% アマニ油)

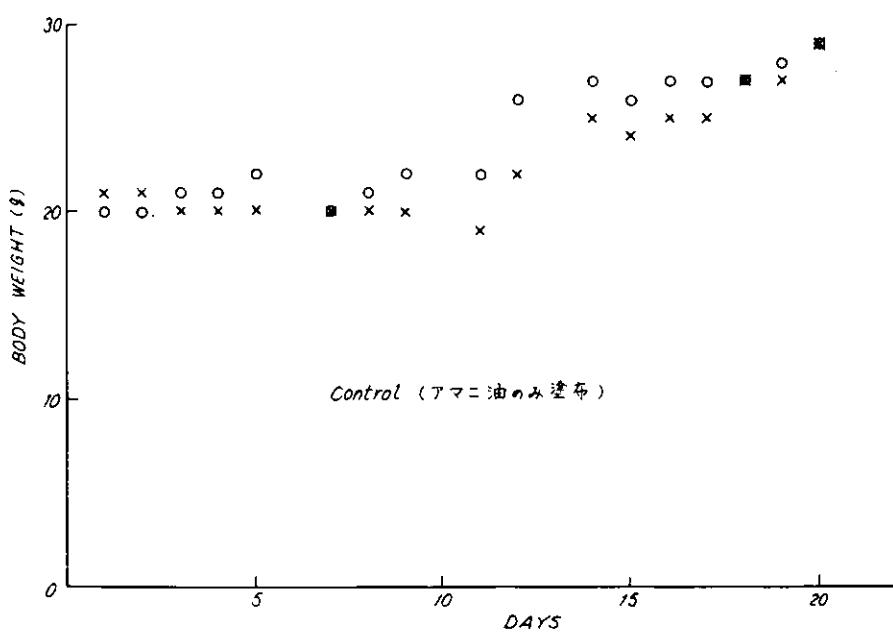


図 3.2.4 実験マウスの体重変動 (アマニ油のみ)

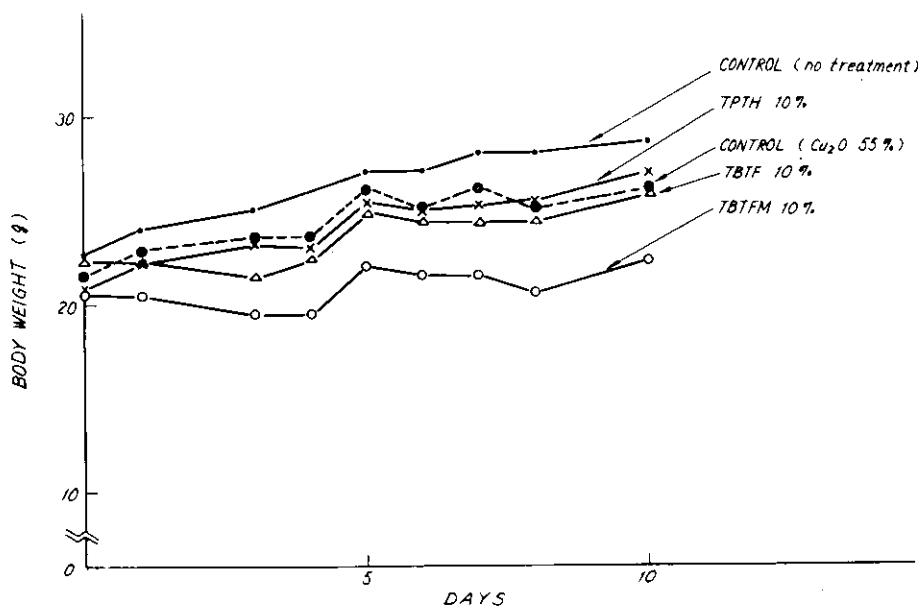


図3.2.5 有機錫含有塗料を塗布したマウスの体重変動

表3.2.1 試料(有機錫化合物)

	Tributyltin fluoride	Tributyltin fumarate	Triphenyltin hydroxide	Cuprous oxide
化学構造	$(C_4H_9)_3SnF$	$(C_4H_9)_3Sn$ O $\text{O}=\text{C}$ $\text{C}-\text{H}$ $\text{C}-\text{H}$ $\text{O}=\text{C}$ O $(C_4H_9)_3Sn$	$(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{SnOH}$	Cu_2O
分子量	309	694.1	366.7	143
外観	白色粉末	白色粉末	白色粉末	赤色粉末
融点 °C	256~260	124.5~128.5	116~119	123.0
粒度 325メッシュ	80%通過	100%通過	95%通過	99%通過
純度 %	98.1	99.5	97.2	95.5

表3.2.2 試料(有機錫含有塗料)

原 料 名	試 料	T B T F 含有塗料	T B T F M 含有塗料	T P T H 含有塗料	C u ₂ O 含有塗料
Tributyltin fluoride		1 0 . 0			
Tributyltin fumarate			1 0 . 0		
Triphenyltin hydroxide				1 0 . 0	
Cuprous oxide					5 5 . 0
べんがら		1 0 . 0	1 0 . 0	1 0 . 0	
タルク		1 1 . 4	1 1 . 4	1 1 . 4	
パライタ					2 . 8
ロジン W W		1 8 . 0	1 8 . 0	1 8 . 0	1 0 . 0
エスレツク C*		9 . 0	9 . 0	9 . 0	5 . 0
トルオール		2 0 . 8	2 0 . 8	2 0 . 8	1 3 . 6
メチルイソブチルケトン		2 0 . 8	2 0 . 8	2 0 . 8	1 3 . 6
計		1 0 0 . 0	1 0 0 . 0	1 0 0 . 0	1 0 0 . 0

* 塩化ビニル-酢酸ビニル共重合体

なお、表3.2.1、3.2.2の試料は、3. 新防汚剤の研究 の他の試験にも供したものである。

写真 3.2.1. 塗布部の脱毛を示す (TBTMアマニ油 1% 7日目)

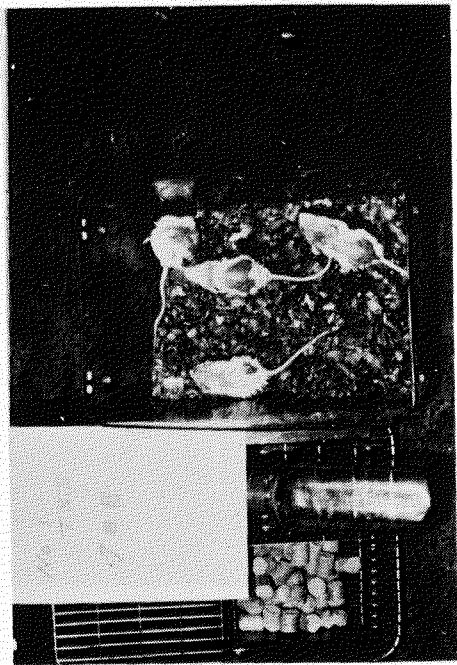


写真 3.2.3 実験マウスの皮層組織 (TBTMアマニ油 1% 20日目)
表皮の壞死、アカントーシスを示す、皮下組織や、浮腫状



写真 3.2.2 対照マウスの皮層組織 (アマニ油のみ塗布 20日目)



写真 3.2.4 実験マウスの皮層組織 (TBTMアマニ油 1% 20日目)

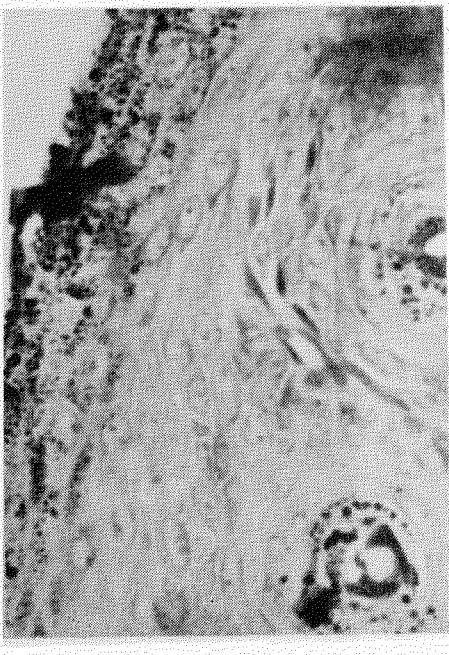


写真 3.2.5 実験マウスの皮層組織 (TBTFアマニ油 1% 20日目)

基底細胞の壊死化、皮下組織の浮腫を示す



写真 3.2.6 実験モルモットの皮層組織 (TBTFアマニ油 1% 7日目)

著明なるいそり状態を示す

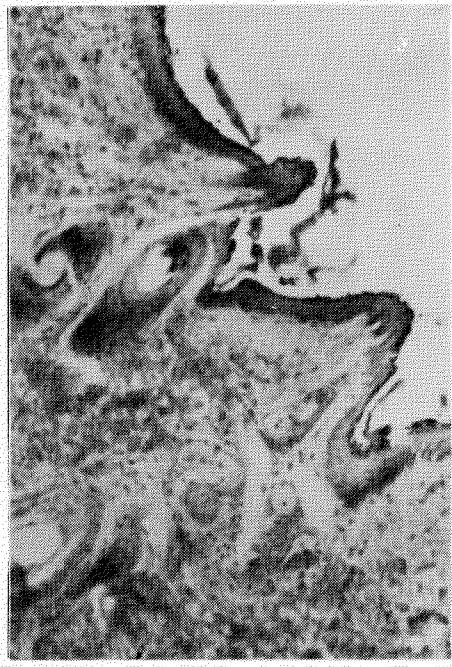


写真 3.2.7 対照モルモットの皮層組織 (アマニ油のみ 20日目)

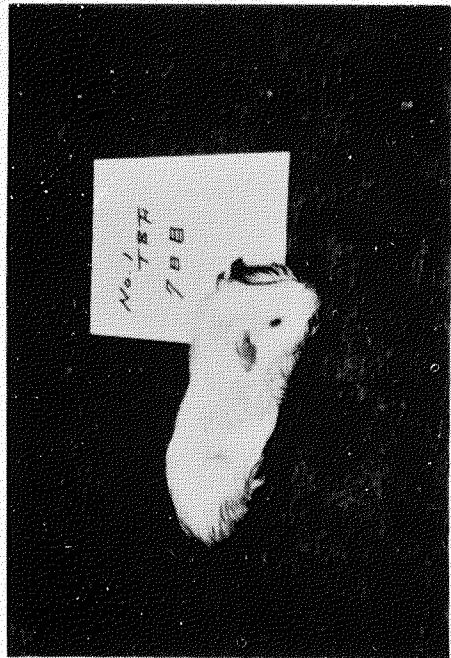


写真 3.2.8 実験モルモットの皮層組織 (TBTF 1% 20日目)

基底細胞の膨化を示す



写真 3.2.9 実験モルモットの皮層組織 (TBTFアマニ油1% 20日目)

表皮層の肥化、軽度の細胞浸潤を示す



写真 3.2.11 対象家兎の皮層組織 (アマニ油のみ20日目)



写真 3.2.10 実験家兎の肉眼所見 (TBTFアマニ油7日目)

皮層の肥厚、一部ビランを示す



写真 3.2.12 実験家兎の皮層組織 (TBTFアマニ油1% 20日目)

細胞の変化を示す

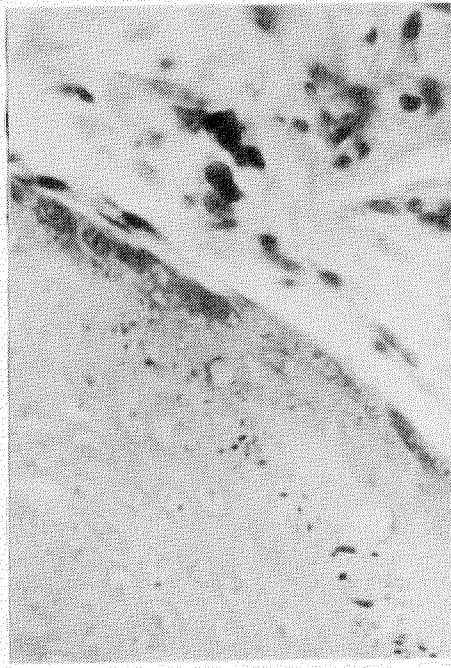


写真 3.2.1.3 実験家兔の皮層組織 (TBTFアマニ油 1% 20日目)
角化層の増殖、細胞浸潤、真皮層の浮腫を示す



写真 3.2.1.4 実験マウスの皮層所見 (亜酸化銅 5.5%ペイント 10日目)
軽度の細胞浸潤、纖維増殖を示す

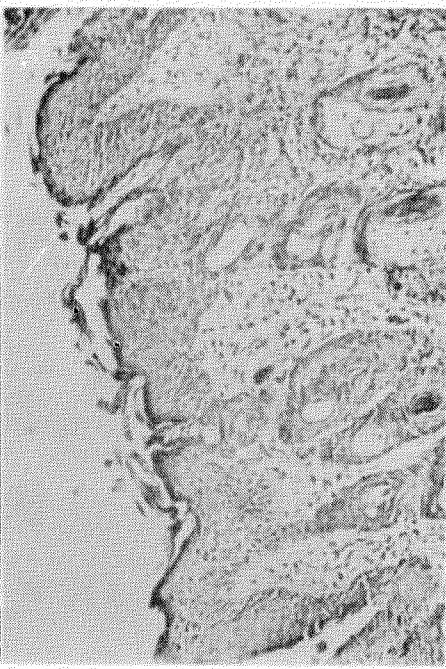


写真 3.2.1.5 実験マウスの皮層組織 (TPTH 1.0%ペイント 10日目)
軽度の細胞の変化、細胞浸潤、反応性纖維増殖を示す



写真 3.2.1.6 実験マウスの皮層組織 (TBTF 1.0%ペイント 10日目)
軽度の細胞浸潤を示す

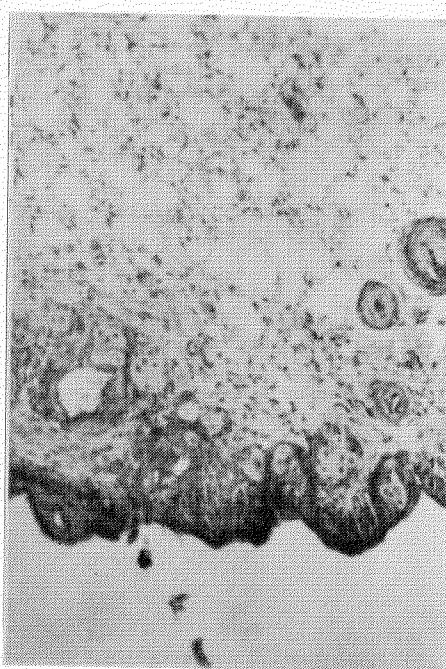


写真3.2.17 実験モルモットの皮層組織（亜酸化銅5.5%ペイント10日目）
表皮の脱化、浮腫、軽度の細胞浸潤を示す



写真3.2.19 実験家兎の皮層組織（TBTM 1.0%ペイント10日目）
軽度の基底細胞の膨化、細胞浸潤を示す

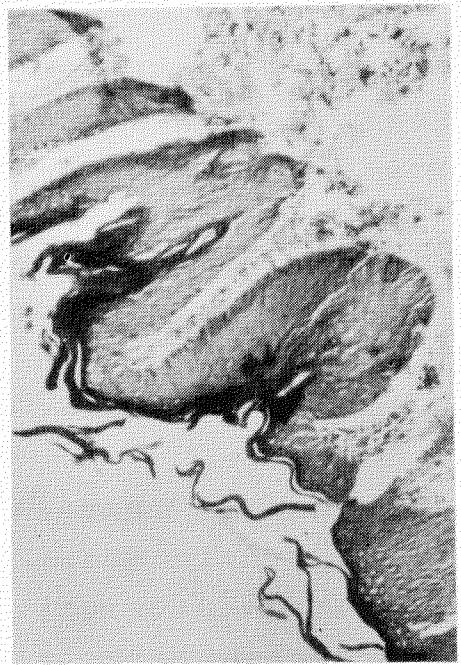


写真3.2.18 実験モルモットの皮層組織（TBTM 1.0%ペイント10日目）
輕度の表皮膨化、細胞浸潤を示す

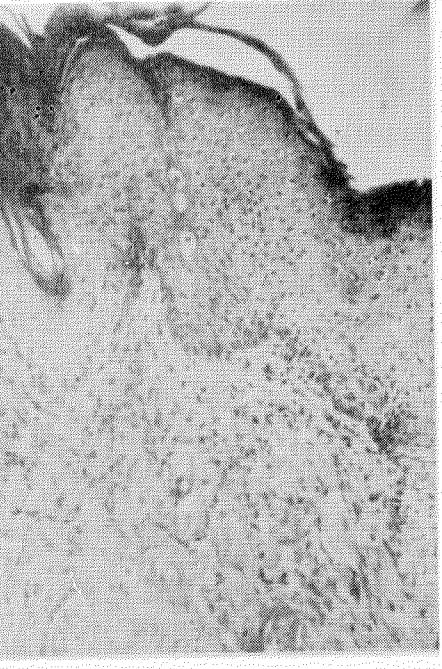


写真3.2.20 実験家兎の皮層組織（TPTH 1.0%ペイント10日目）
皮下組織の浮腫を示す



3.3 新薬物の試用試験

3.3.1 目的意義

現行の防汚有機無機重金属化合物に比べて安全性の高いものと予想される各種薬物を生物検定と浸漬試験の併用によって確認し実用化の可能性を判定することを目的とする。この段階は実験室的検定結果を試作塗料の性能試験に結びつけるものとして極めて重要である。

3.3.2 方法・経過

各農薬メーカーよりのサンプルの生物検定を一通り終り度いと考えていたが、設備の完了や実施者の練習、供試生物の予備実験などに予想外の時日を要したため、本年度は塗料工業会選定の4種の薬物塗装板についての実験にとどまらざるを得なかつた。

試験には $10 \times 25\text{ cm}$ の浸漬用大型板と $10 \times 12\text{ cm}$ の溶出用小型板とを一枚づつ組合せて一組とし、前者は全面、後者は $10 \times 10\text{ cm}^2$ の面積に限つて同一塗装をほどこした。

これを清水市折戸の東京商船大学臨海実験所構内の流水タンク内に同時に浸漬し、砂壠過槽を通過した海水を流し放しにして、昭和47年7月26日より、同11月18日まで約110日間浸漬した。

この方法によると、アオノリ、フジツボなどは砂層に捕えられて全く水槽内に浸入着生することなく、また海水は常に板面を流れるから、その状況は筏から実際海中に浸漬した場合に極めて近いことになる。また肉眼的生物の着生がないから溶出面積は変わることがなく計算が容易である。従つて、一定日数経過後に大型板を筏から海中に吊し、小型板を通気溶出にかけると、小型板両面から得たものは $10 \times 10 \times 2\text{ cm}^3$ の面積から溶出する薬物をふくみ、大型板上にその後発達する汚損は小型板溶出液の示す防汚効力に対応する汚損を示すはずである。

このような操作によつて、ある塗装板の実際海水中における溶出率の経時変化とそれに対応する防汚力を関連比較せしめることができる。また、浸漬開始日を適切に変化せしめることによつて、好みの時期の汚損生物に対する防汚力の判定も可能である。

これを模式図に示すと次のようになる。

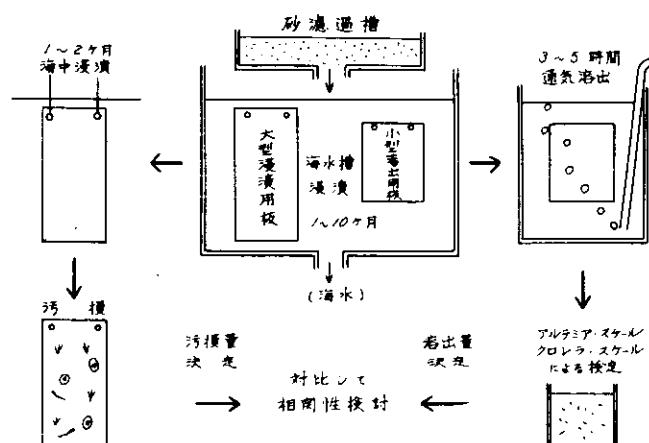


図3.3.1 大小板による比較実験模式図

本実験において用いた塗装試験板は日本油脂の調整になるもので、その仕様は次の通りである。

(数字は重要 %)

原 料	板番号	1	2	3	4	5	6	7	8	備 考
トリプチル錫フルオライド		10.0			10.0					No 1 - 6
トリプチル錫スマレート			10.0			10.0				PVC 35%
トリフエニル錫ハイドロキサイド				10.0						
べんがら(森下弁柄製 錦玉A印)	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	No 7. 8
微粉タルク(竹原化学製)	11.4	11.4	11.4	4.5	4.5	4.5				PVC 40%
ロジン W W	18.0	18.0	18.0	11.2	11.2	11.2	14.5	10.9		
エスレック C		9.0	9.0	9.0	11.1	11.1	11.1	7.3	10.9	
トルオール		20.8	20.8	20.8	26.6	26.6	26.6	27.1	27.1	
メチルイソブチルケトン		20.8	20.8	20.8	26.6	26.6	26.6	27.1	27.1	
原 料	板番号	9	10	備 考						
ヒ性硫酸バリウムBA(堺化学)	10.0	2.8	これはNo 1 ~ 8 の有機薬物の比較標準として用いた。							
亜酸化銅(日進化学)	45.0	55.0	但し、溶出のためスライムを筆で洗い落した際膜面のはがれがおこり実際には用いなかつた。							
ロジン W W	10.0	10.0								
エスレック C		5.0	5.0							
トルオール	15.0	13.6								
メチルイソブチルケトン	15.0	13.6								

3.3.3 生物検定による塗膜溶出液の防汚性

上記溶出液をアルテミア・クロレラ、アオノリによる生物検定法によつて実験した結果は次の如くであつた。

(1) アルテミア・スケール法による致死率の経時変化 (%)

	Blank	1	4	2	5	3	6	7	8
1 時間	0	0.5	3.0	0.7	0.7	0.5	0.5	0.7	0.5
3 "	0	0.5	3.0	0.7	0.7	1.2	0.5	1.0	0.5
6 "	0.1	0.5	3.5	3.3	4.1	2.3	0.5	1.0	0.7
12 "	0.4	5.0	5.7	23.7	21.8	2.5	0.7	1.0	0.7
24 "	0.6	11.2	10.6	36.9	35.3	3.3	2.0	2.7	1.4

(2) クロレラ・スケール法による増殖率減少の経日変化 (%)

	Blank	1	4	2	5	3	6	7	8
1日	100	80.0	76.0	104.0	72.0	116.0	116.0	104.0	120.0
2日	100	67.2	72.4	94.8	55.7	102.7	103.4	103.4	103.4
4日	100	70.4	73.0	95.6	50.0	101.5	103.1	101.9	101.3
6日	100	73.7	73.0	90.7	39.6	97.5	97.5	100.0	100.8

(3) アオノリ葉体生長の経日変化 (mm²)

	Blank	1	4	2	5	3	6	7	8
1日	64.2	50.2	50.0	52.2	52.0	54.6	56.0	54.0	55.0
2日	72.3	50.0	50.0	50.0	51.6	53.6	58.2	54.5	54.8
4日	74.0	50.6	50.0	50.0	50.0	60.2	67.2	55.4	59.8
6日	145.0	50.0	50.0	50.0	50.0	69.0	84.2	54.3	65.0

(4) アオノリの細胞破壊(染色)率の経日変化 (%)

	Blank	1	4	2	5	3	6	7	8
1日	0.3	21.6	26.4	1.6	60.1	2.2	1.6	0.9	0.6
2日	0.4	50.0	60.1	30.5	64.7	3.5	4.6	5.2	3.0
4日	0.8	100.0	100.0	100.0	100.0	20.2	6.2	5.5	6.1
6日	1.4	100.0	100.0	100.0	100.0	39.0	14.8	21.0	28.9

以上の結果を評価して総合的に作表すると次のようになる。

(5) 各検定法最終結果の評価

	1	4	2	5	3	6	7	8
アルテミア致死力	○	○	◎	◎	△	△	△	△
クロレラ抑制力	○	○	△	◎	×	×	×	×
アオサ抑制力	◎	◎	◎	◎	△	×	○	○
アオサ破壊力	◎	◎	◎	◎	△	×	×	△
	クルオライド	フマレート		トリフェニル錫ハイドロキサイド				

◎ 効力十分

○ 効力やゝよわし

△ 効力不十分

× 殆んど無効

3.3.4 浸漬による汚損状況

上記小型板に対応する大型板の浸漬結果は次のようであつた。

(1) 清水市折戸湾における防汚力試験結果(11~12月)(数値は汚損段階、多いほど汚損)

	1	4	2	5	3	6	7	8
スライム	1	1	1	1	3	3	3	3
緑藻	0	0	0	0	5	5	2	2
その他	0	0	0	0	0	0	0	0

(2) 由良湾における防汚力試験結果(9~12月)(数値は個体数)

	10^{Cu_2O}	1	4	2	5	3	6	7	8
フジツボ	0	0	0	0	0	25	11	10	4
サルプラ	0	0	0	0	0	6	8	9	11
コケムシ	0	0	0	0	0	40	74	12	11
アオノリ	0	0	0	0	0	5	15	5	0
アオサ	0	0	0	0	0	40	20	8	1
褐藻	0	0	0	0	0	3	31	13	30

以上を一括して表示すると次のようになる

	メリブチル錫 フマレート	トリブチル錫 フルオライド	トリフェニル錫 ハイドロキ	亜酸化銅
アルテミアスケール 有効順位	1	2	3	4
クロレラスケール "	1*	1*	3	4
アオノリ染色率 "	1*	1*	3	4
生長 "	1*	1*	3	4
浸漬板上の防汚性	2	1	3	

以上のごとき試験板上の結果は前節に述べた室内実験の結果と極めてよく一致することがわかる。すなわちアルテミア、クロレラ、アオサなどを用いる生物検定法は実際の防汚効果を判定する上に極めて短時間で確かな答えを与える方法として十分有効であることが実証されたことになる。

ただし、これを3.1の結果と比べると、トリフェニル錫ハイドロキサイドの有効順位が逆転したごく見える。このことはこれが単体では十分有効でありながら塗料化された段階の値と一致しないことを示して一見奇異な図を与えるようであるが、このことは上記のベヒクル配合が十分薬効を発揮するに適しなかつたか、あるいは110日間に溶出が進んで有効濃度に達するほどの残留が得られなかつたかの何れかであるかも知れぬ。

この一見奇異な結果は、塗膜の防汚力が含有薬物の防汚力とベヒクルによる溶出率との相乗効果を示すという筆者の主張を裏書きしているのであるまい。これは薬物の有効無効を単純に判定するこ

との危険性をもふくめ示唆に富むものとして受とるべきものであろうと考える次第である。

3.3.5 新防汚剤サンプルの収集

生物検定・試用試験に供するため新防汚剤のサンプルを各社に依頼し現在次のときものが入手してある。

三共 有機合成	6種	トリフェニル錫系トリプチル錫系
保土ヶ谷化学工業	7	
クミアイ化学工業	10	
イバラケミカル工業	27	トリフェニル錫系、ロダン系、アミン系、アミド系、尿素系
東京フайнケミカル	6	プロム系、ロダン系、ヨード系、チアゾール系
吉富製薬	14	アミン系、アミド系、有機窒素系、芳香族炭化水素系
日本農薬	13	アミン系、アニリン系、カーバメート系、有機窒素系
日本化薬	3	
北興化学工業	4	有機錫系、硫黄系
東京有機化学工業	12	硫黄窒素系、有機銅系
三菱油化	5	有機銅系、有機亜鉛系

107

上記のスクリーニングは目下進行中である。

写真3.3.1 クロレラスケール法による塗装板溶出液の防汚効力判定
実験結果
(110日薬過流水タンク浸漬後)

No 1, 4	Tributyltin fluoride	10%
No 2, 5	Tributyltin fumarate	10%
No 3, 6	Triphenyltin hydroxide	10%
No 7, 8	" "	15%

- A. 培養第1日
- B. 培養第2日
- C. 培養第4日
- D. 培養第6日

△

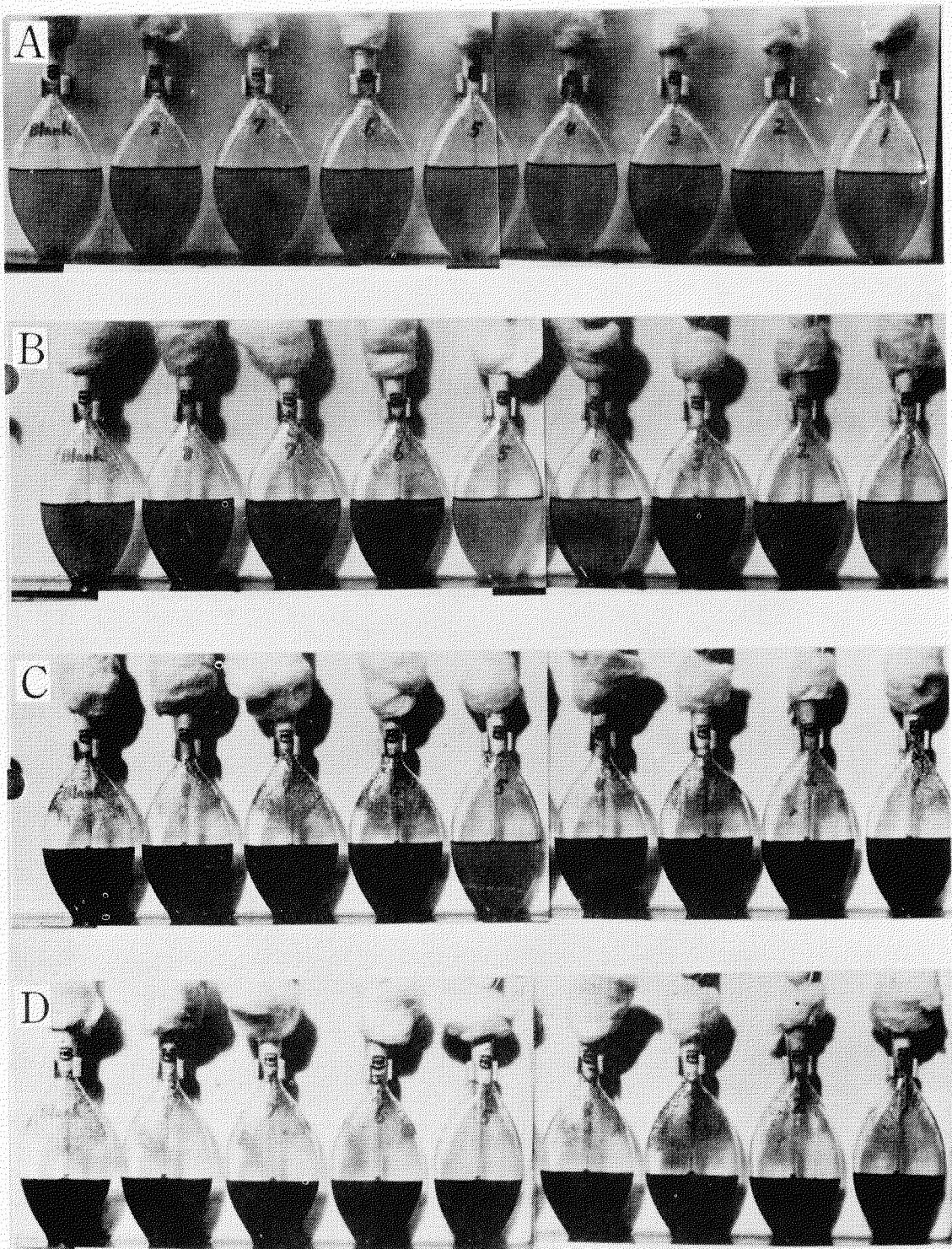
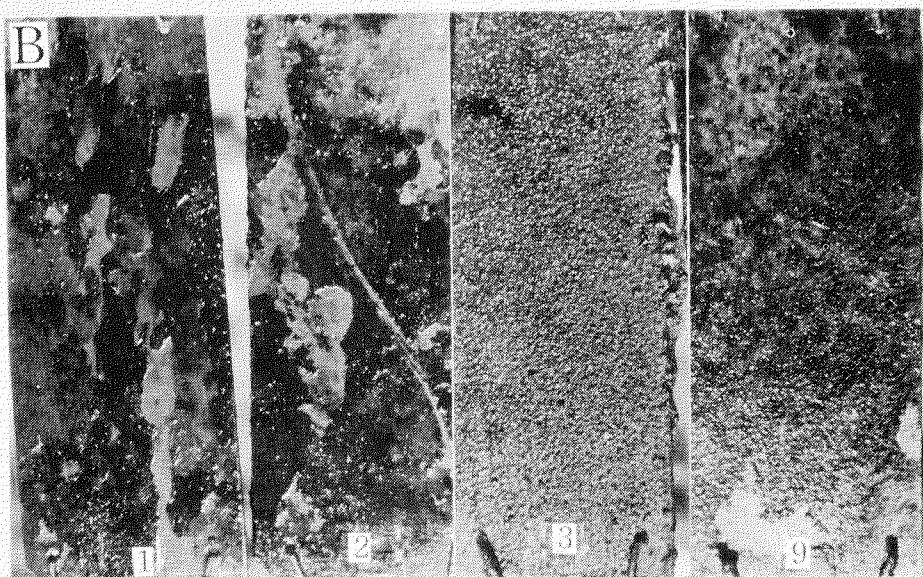
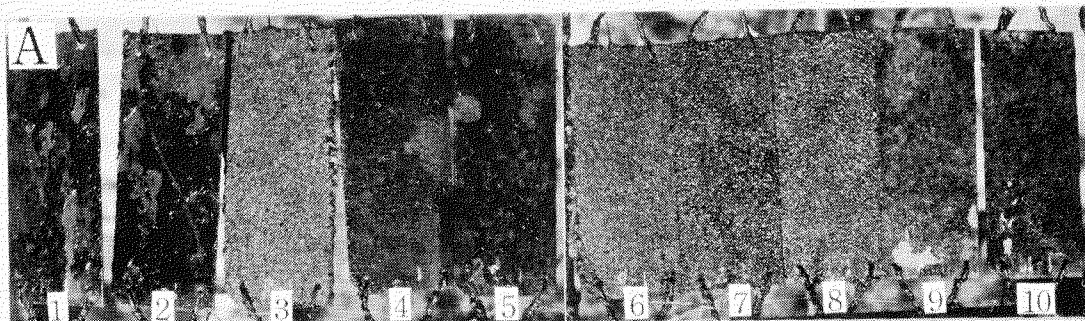


写真3.3.2 110日漬過流水タンク浸漬後海中浸漬を行つた
塗装板の1ヶ月後における汚損

A. 全 体	1, 4	トリプチル錫フルオライド	10%
	2, 5	トリプチル錫フマレート	10%
	3, 6, 7, 8	トリフェニル錫ハイドロキサイド	10%~15%
	9, 10	亜酸化銅	4.5~5.5%
B. 拡 大	1	トリプチル錫フルオライド	10%
	2	トリプチル錫フマレート	10%
	3	トリフェニル錫ハイドロキサイド	10%
	9	亜酸化銅	4.5%



4 新防汚剤の試作研究

4.1 まえがき

農薬メーカー等より提供された新薬物について試作研究を行ない、各薬物の特性を調べ「安全性の高い長期防汚塗料の開発」が目的であるが、提供された全ての新薬物について試作研究を行なうことは不可能の状態であるため、第3分科会「新薬物の試用実験」の結果を参考にして供試新薬物を選定するため、昭和47年度の研究は新薬物の試作研究を行なつた時の防汚性能等の基準とするため、既存防汚剤の溶出速度試験および防汚試験について研究を行なつた。

4.2 薬物溶出とビヒクルとの関係の研究

4.2.1 試験板の調整

100×100×1mm軟鋼板(図4.2.1)

使用、サンドブラストによりミルスケールを完全に除去、キシロールにて脱脂した。

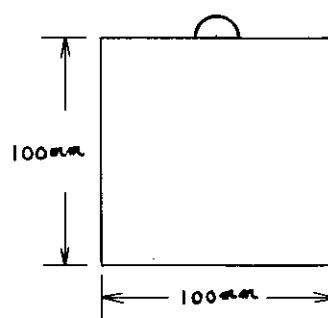


図4.2.1 溶出速度用試験板

4.2.2 供試防汚剤

符 号	供 試 防 汚 剤
X	トリプチル錫フルオライド
F	トリプチル錫スマレート
H	トリフェニル錫ハイドロオキサイド
A	トリフェニル錫アセテート
C	トリフェニル錫クロライド
S	亜酸化銅

4.2.3 供試塗料の組成

塩化ビニル系とし(MIL-P-15930A を参考)各防汚剤毎に下記塗料を作製した。

符 号 組 成	1	2	3	4	5
V Y H H	5.5	5.5	4	4	5.5
W W ロジン	5.5	5.5	8	8	5.5
T C P	2	2	2	2	2.1
供 試 防 汚 剤	10	20	10	20	—
ペ ん が ら	10	10	10	10	—
タ ル ク	15	15	15	15	—
硫酸バリウム	30	20	30	20	—
M I B K	11	11	11	11	19
キシロール	11	11	10	10	12.8
亜 酸 化 銅	—	—	—	—	55.1
合 計	100	100	100	100	100

4.2.4 塗 装 系

項目 工程	塗 料 名	次工程までの塗装間隔
第 1 回	ウォッシュユブライマー	<input type="checkbox"/> 72時間
第 2 回	ビニル1号塗料	<input type="checkbox"/> 24時間
第 3 回	"	<input type="checkbox"/> 24時間
第 4 回	"	<input type="checkbox"/> 24時間
第 5 回	"	<input type="checkbox"/> 48時間
第 6 回	供試ビニル2号塗料	<input type="checkbox"/> 24時間
第 7 回	"	<input type="checkbox"/> 48時間
第 8 回	浸 渍	

4.2.5 塗装データ

試験板符号	塗付量 ※1 (g / 1枚)	※1 1号 (g / 200cm ²)				※2 2号 (g / 200cm ²)	
		1回目	2回目	3回目	4回目	1回目	2回目
X - 1	1.8	2.0	2.2	2.2	2.2	3.2	3.4
X - 2	1.8	2.0	2.2	2.2	2.2	3.4	3.2
X - 3	1.8	2.0	2.2	2.2	2.2	3.2	3.2
X - 4	1.8	2.0	2.2	2.2	2.2	3.2	3.2
F - 1	1.8	2.0	2.2	2.2	2.2	3.4	3.4
F - 2	1.8	2.0	2.2	2.2	2.2	3.2	3.4
F - 3	1.8	2.0	2.2	2.2	2.2	3.2	3.4
F - 4	1.8	2.0	2.2	2.2	2.2	3.4	3.2
H - 1	1.8	2.0	2.2	2.2	2.2	3.2	3.2
H - 2	1.8	2.0	2.2	2.2	2.2	3.2	3.2
H - 3	1.8	2.0	2.2	2.2	2.2	3.2	3.4
H - 4	1.8	2.0	2.2	2.2	2.2	3.2	3.2
A - 1	1.8	2.0	2.2	2.2	2.2	3.4	3.2
A - 2	1.8	2.0	2.2	2.2	2.2	3.2	3.2
A - 3	1.8	2.0	2.2	2.2	2.2	3.2	3.2
A - 4	1.8	2.0	2.2	2.2	2.2	3.2	3.2
C - 1	1.8	2.0	2.2	2.2	2.2	3.2	3.4
C - 2	1.8	2.0	2.2	2.2	2.2	3.2	3.4
C - 3	1.8	2.0	2.2	2.2	2.2	3.2	3.2
C - 4	1.8	2.0	2.2	2.2	2.2	3.2	3.2
S - 5	1.8	2.0	2.2	2.2	2.2	5.0	5.2

(注) ※1. 塗付量(試験板表、裏両面の合計)は塗料使用量を全試験板枚数(504枚)で割った数値である。

※2. 塗付量(試験板表、裏両面の合計)は塗料使用量を全試験板枚数(24枚)で割った数値である。

4.2.6 試験要領

(1) 浸漬方法

水面下 1 m に

(図 4.2.2) 浸

漬した。

(2) 浸漬場所

宮島

(3) 浸漬日時

昭和 47 年 10 月 25 日

(4) 溶出量測定方法

水面下 1 m に浸漬した

24 ワークの試験板 (1 ワー

クの試験板 21 枚) を 1

カ月毎に 2 ワークづつ (防

汚剤 1 種類につき試験板 2 枚) 引揚げ溶出試験に供した。

なお、本試験は 1 年間継続する。

(a) 溶出操作

海水温度を 20 °C に保ち、海水 1000 cc を 2 ℥ の背高ビーカーに取り、試験板を傷つけないよう注意してその全面が海水中に浸るように入れた後、0.5 ± 0.05 ℥ / 分の空気の泡をガラス細管より海水中に吹き込み、海水をかきまぜながら塗膜中より防汚剤を 2 時間溶出させ、溶出終了後直ちに試験板を引揚げて液を静置し、上澄液を取つて防汚剤溶出速度測定試験に供した。

(b) 防汚剤溶出速度の定量

(i) 銅溶出速度の定量

溶出海水 50 cc を 300 cc のガラス製分液ロートに取り、これに 50 % クエン酸水溶液を 0.5 cc 加えた後アンモニア水で中和し、更に 2 ~ 3 滴過剰に加えて PH を 9.0 ~ 9.2 に調整す。次に 0.1 % のジエチル、ジチオ、カルバミン酸ソーダ水溶液を 2 cc 加え、よくふりませてカルバミン酸銅を生成させる。

更に四塩化炭素 10 cc を加えて 5 分間よくふりませてカルバミン酸銅を抽出して四塩化炭素液を取り出し、光電比色計にかけ蒸留水を標準液として吸光度を測定し、既知濃度の硫酸銅水溶液の吸光度カープとくらべて銅の濃度を求め、次式より銅溶出速度を算出した。

$$\text{銅の溶出速度} (\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{day}) = \frac{\text{海水中の銅量} (\mu\text{g}/\text{cc}) \times \text{海水量} (\text{cc}) \times 24}{\text{試験板の面積} (\text{cm}^2) \times \text{溶出時間} (\text{h})}$$

(ii) 錫溶出速度の定量

溶出海水 100 cc を容量 150 cc の蒸発皿にとり、これに硝酸 5 cc および硫酸 (1 + 1) 10 cc を加え加熱分解を行い、引き続き加熱蒸発して硫酸白煙を発生させ乾固直前まで濃縮する。

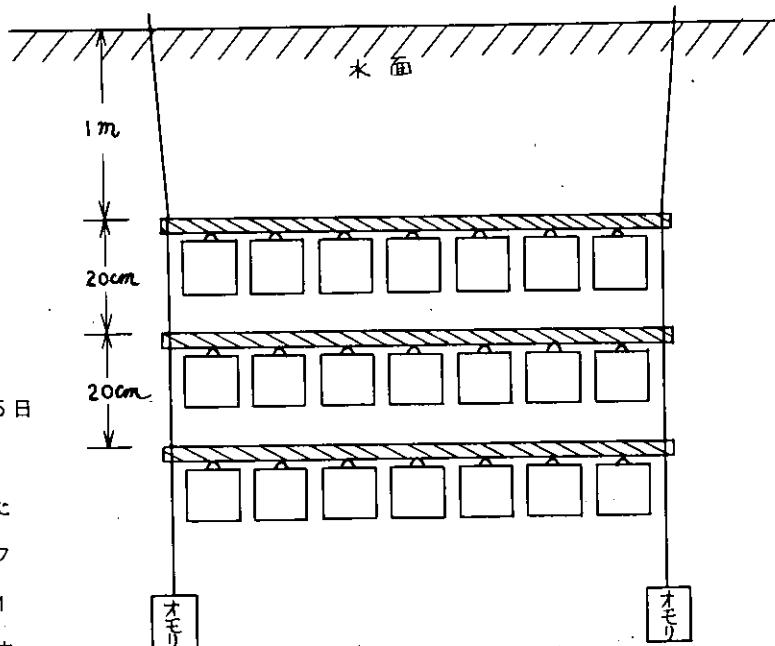


図 4.2.2 溶出速度用試験板浸漬方法

モリ

冷却後塩酸(1+3)20ccを加えて加温溶解し、50ccのメスフラスコに入れ水を標線まで加える。この溶液20ccを50ccのメスフラスコおよび50ccのビーカーにそれぞれ取り、ビーカーに取つた分には水を加えて液量を50ccとし、指示薬としてプロムクレゾールグリーンのエチルアルコール溶液(0.05%W/V)を用いてアンモニア水(1+1)で中和する。次にメスフラスコに取つた分には過マンガン酸カリウム溶液(1%W/V)を添加してわずかに微紅色を呈させ、次にアスコルビン酸の少量を加えてよくふりまぜ過剰の過マンガニ酸と鉄を還元し、引き続き塩酸(1+1)1.5cc、クエン酸溶液(1.0%W/V)5ccと、中和に要したアンモニア水(1+1)の量を加え、次にポリビニルアルコール溶液(0.5%W/V)5ccを順次加え更に水を加えて40ccとする。次にフェニルフルオロンのエチルアルコール溶液(0.01%W/V)5ccを加え、更に水を加えて50ccとしよくふりまぜる。これを約20分間放置し光電比色計にかけ吸光度を測定し、既知濃度の錫標準液の吸光度カーブとくらべて錫の濃度を求め、次式より錫溶出速度を算出した。

$$\text{錫の溶出速度} (\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{day}) = \frac{\text{海水中の錫量} (\mu\text{g}/\text{cc}) \times \text{海水量} (\text{cc}) \times 2.4}{\text{試験板の面積} (\text{cm}^2) \times \text{溶出時間}}$$

4.2.7 試験結果

項目 符号	防汚剤	錫溶出速度 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{day}$)	
		1カ月	2カ月
X-1	トリプチル錫フルオライド	2.3 (2.4)	5.0 (4.8)
X-2	"	2.5 (2.5)	5.9 (5.5)
X-3	"	2.5 (2.5)	6.6 (6.5)
X-4	"	4.4 (4.0)	6.6 (6.8)
F-1	トリプチル錫フマレート	2.5 (2.5)	3.8 (4.5)
F-2	"	3.4 (3.1)	3.3 (3.6)
F-3	"	3.7 (3.2)	5.9 (5.7)
F-4	"	3.8 (3.9)	6.6 (6.7)
H-1	トリフェニル錫ハイドロオキサイド	3.4 (5.0)	13.4 (12.4)
H-2	"	5.8 (6.7)	13.4 (12.7)
H-3	"	8.4 (9.2)	15.1 (14.2)
H-4	"	11.7 (13.4)	17.6 (16.8)
A-1	トリフェニル錫アセテート	4.6 (4.6)	5.0 (4.8)
A-2	"	5.9 (8.4)	6.7 (6.5)
A-3	"	7.3 (6.8)	※ 6.7 ※ (6.9)
A-4	"	5.9 (6.6)	7.6 (7.5)
C-1	トリフェニル錫クロライド	6.5 (6.6)	6.6 (6.8)
C-2	"	6.0 (6.6)	8.4 (8.0)
C-3	"	6.6 (6.6)	7.3 (6.7)
C-4	"	7.3 (9.2)	12.6 (12.1)
S-5	亜酸化銅	53.8 (52.3)	55.0 (56.3)

(注) ()は2枚目の試験板の数値である。

※ 生物付着

4.3 試作塗料の性能試験

4.3.1 試験板の調整

300×100×3.2mm軟鋼板(図4.3.1)

使用、サンドブラストによりミルスケールを完全に除去、キシロールにて脱脂した。

4.3.2 供試防汚剤

4.2.2に準ずる。

4.3.3 供試塗料の組成

4.2.3に準ずる。

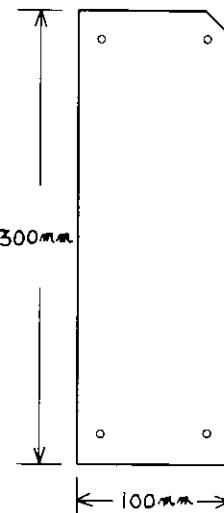


図4.3.1 浸漬試験板(表)

4.3.4 塗装系

浸漬場所が7カ所のため、ウォツシュブライマー+ビニル1号塗料×④までは中国塗料にて塗装供試ビニル2号塗料×②は浸漬担当会社にて塗装した。

工程	項目 塗料名	次工程までの塗装間隔(日)							
		乾湿交番	防汚性						
			宮島	追浜	泉大津	舞鶴	相生	玉野	宮島
第1回	ウォツシュブライマー								
第2回	ビニル1号塗料	5	5	5	5	5	5	5	5
第3回	"	2	2	2	2	2	2	2	2
第4回	"	2	2	2	2	2	2	2	2
第5回	"	3	3	3	3	3	3	3	3
第6回	供試ビニル2号塗料	20	23	31	22	18	25	20	17
第7回	"	1	1	1	1	3	5	1	1
第8回	浸漬	2	2	6	1	1	1	2	3

4.3.5 塗装データ

(1) 乾湿交番試験

塗付量 符号	※ W/P	1号塗料(g/300cm ²)					2号塗料(g/300cm ²)	
		g/1枚	1回目	2回目	3回目	4回目	1回目	2回目
X - 1	1						5.2(5.4)	5.4(5.3)
	2	2.7(2.8)	3.1(3.0)	3.3(3.4)	3.4(3.4)	3.7(3.6)	5.3(5.5)	5.2(5.3)
X - 2	1						5.4(5.2)	5.3(5.5)
	2	2.7(2.8)	3.1(3.0)	3.3(3.4)	3.4(3.4)	3.7(3.6)	5.3(5.5)	5.2(5.4)
X - 3	1						5.2(5.4)	5.3(5.5)
	2	2.7(2.8)	3.1(3.0)	3.3(3.4)	3.4(3.4)	3.7(3.6)	5.1(5.4)	5.2(5.3)
X - 4	1						5.3(5.5)	5.4(5.4)
	2	2.7(2.8)	3.1(3.0)	3.3(3.4)	3.4(3.4)	3.7(3.6)	5.2(5.4)	5.3(5.4)
F - 1	1						5.3(5.5)	5.2(5.5)
	2	2.7(2.8)	3.1(3.0)	3.3(3.4)	3.4(3.4)	3.7(3.6)	5.2(5.4)	5.1(5.4)
F - 2	1						5.4(5.5)	5.3(5.4)
	2	2.7(2.8)	3.1(3.0)	3.3(3.4)	3.4(3.4)	3.7(3.6)	5.1(5.3)	5.2(5.3)
F - 3	1						5.4(5.6)	5.3(5.4)
	2	2.7(2.8)	3.1(3.0)	3.3(3.4)	3.4(3.4)	3.7(3.6)	5.2(5.4)	5.2(5.3)
F - 4	1						5.3(5.4)	5.2(5.4)
	2	2.7(2.8)	3.1(3.0)	3.3(3.4)	3.4(3.4)	3.7(3.6)	5.2(5.4)	5.3(5.3)
H - 1	1						5.3(5.4)	5.3(5.4)
	2	2.7(2.8)	3.1(3.0)	3.3(3.4)	3.4(3.4)	3.7(3.6)	5.4(5.4)	5.3(5.4)
H - 2	1						5.2(5.3)	5.3(5.2)
	2	2.7(2.8)	3.1(3.0)	3.3(3.4)	3.4(3.4)	3.7(3.6)	5.1(5.3)	5.2(5.4)
H - 3	1						5.2(5.4)	5.3(5.4)
	2	2.7(2.8)	3.1(3.0)	3.3(3.4)	3.4(3.4)	3.7(3.6)	5.2(5.3)	5.3(5.3)
H - 4	1						5.1(5.2)	5.3(5.4)
	2	2.7(2.8)	3.1(3.0)	3.3(3.4)	3.4(3.4)	3.7(3.6)	5.2(5.3)	5.4(5.5)
A - 1	1						5.1(5.2)	5.3(5.4)
	2	2.7(2.8)	3.1(3.0)	3.3(3.4)	3.4(3.4)	3.7(3.6)	5.0(5.1)	5.2(5.2)
A - 2	1						5.1(5.2)	5.2(5.2)
	2	2.7(2.8)	3.1(3.0)	3.3(3.4)	3.4(3.4)	3.7(3.6)	4.9(5.0)	5.0(5.1)
A - 3	1						5.2(5.3)	5.3(5.3)
	2	2.7(2.8)	3.1(3.0)	3.3(3.4)	3.4(3.4)	3.7(3.6)	5.2(5.2)	5.3(5.3)
A - 4	1						5.2(5.3)	5.3(5.4)
	2	2.7(2.8)	3.1(3.0)	3.3(3.4)	3.4(3.4)	3.7(3.6)	5.1(5.3)	5.2(5.3)
C - 1	1						5.1(5.2)	5.2(5.4)
	2	2.7(2.8)	3.1(3.0)	3.3(3.4)	3.4(3.4)	3.7(3.6)	5.0(5.2)	5.2(5.4)
C - 2	1						5.0(5.2)	5.2(5.3)
	2	2.7(2.8)	3.1(3.0)	3.3(3.4)	3.4(3.4)	3.7(3.6)	4.9(5.0)	5.1(5.2)
C - 3	1						5.2(5.2)	5.2(5.3)
	2	2.7(2.8)	3.1(3.0)	3.3(3.4)	3.4(3.4)	3.7(3.6)	5.3(5.3)	5.4(5.5)
C - 4	1						5.1(5.3)	5.2(5.4)
	2	2.7(2.8)	3.1(3.0)	3.3(3.4)	3.4(3.4)	3.7(3.6)	5.2(5.2)	5.3(5.3)
S - 5	1						7.6(7.9)	7.8(8.0)
	2	2.7(2.8)	3.1(3.0)	3.3(3.4)	3.4(3.4)	3.7(3.6)	7.6(7.7)	7.8(7.9)

(注) ※ 塗付量(試験板片面)は塗料使用量を全試験板枚数(336枚)で割った数値

である。

()は試験板裏面の塗付量である。

(2) 防汚試験

ウォツシユブライマーおよびビニル1号塗料の塗付量は乾湿交番試験と同一であるので、ここでは

供試ビニル2号塗料のみ記載する。

符号		2号塗料 (g/3000cm ²)							
		追浜		泉大津		舞鶴		相生	
		1回目	2回目	1回目	2回目	1回目	2回目	1回目	2回目
X - 1	1	5.2(5.3)	5.2(5.3)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	5.0(5.0)	5.0(5.0)	5.4(5.2)	5.4(5.4)
	2	5.3(5.4)	5.3(5.4)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	5.5(5.0)	5.0(4.5)	5.0(5.0)	5.4(5.4)
X - 2	1	5.3(5.4)	5.3(5.4)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	5.0(5.0)	5.0(5.5)	5.2(5.4)	5.4(5.2)
	2	5.2(5.1)	5.2(5.1)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	6.0(5.0)	5.0(5.0)	4.8(5.0)	5.2(5.0)
X - 3	1	5.5(5.3)	5.5(5.3)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	5.5(4.5)	5.5(4.5)	4.7(5.2)	5.0(5.2)
	2	5.4(5.2)	5.4(5.2)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	5.5(5.5)	5.0(4.5)	4.8(4.8)	5.2(5.2)
X - 4	1	5.2(5.3)	5.2(5.3)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	5.0(4.0)	5.0(4.5)	4.8(5.2)	5.2(5.2)
	2	5.3(5.4)	5.3(5.4)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	4.5(4.5)	5.0(4.5)	5.0(5.0)	5.4(5.4)
F - 1	1	5.3(5.4)	5.3(5.4)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	5.0(5.0)	5.5(5.5)	5.4(5.2)	5.2(5.2)
	2	5.2(5.3)	5.2(5.3)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	5.0(5.0)	5.5(5.0)	5.0(5.0)	5.2(5.2)
F - 2	1	5.2(5.4)	5.2(5.4)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	5.0(5.5)	6.0(5.0)	5.4(5.0)	5.4(5.4)
	2	5.4(5.3)	5.4(5.3)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	5.5(5.0)	5.0(5.5)	5.2(5.2)	5.2(5.4)
F - 3	1	5.1(5.3)	5.1(5.3)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	5.0(5.0)	5.0(5.5)	5.2(5.2)	5.2(5.4)
	2	5.4(5.2)	5.4(5.2)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	4.5(5.0)	5.0(5.0)	5.2(5.2)	5.4(5.4)
F - 4	1	5.5(5.3)	5.5(5.3)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	6.0(4.5)	5.0(4.5)	5.2(5.2)	5.4(5.4)
	2	5.4(5.3)	5.4(5.3)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	4.5(5.0)	4.5(5.0)	5.2(5.2)	5.4(5.4)
H - 1	1	5.4(5.3)	5.4(5.3)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	5.0(5.0)	5.0(5.0)	5.2(5.2)	5.4(5.0)
	2	5.3(5.3)	5.3(5.3)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	5.0(5.0)	4.5(5.0)	5.4(5.4)	5.4(5.4)
H - 2	1	5.2(5.3)	5.2(5.3)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	5.0(5.0)	5.0(5.0)	5.0(5.2)	5.2(5.2)
	2	5.4(5.5)	5.4(5.5)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	5.0(5.0)	5.0(4.5)	5.2(5.2)	5.2(5.2)
H - 3	1	5.3(5.2)	5.3(5.2)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	5.0(5.0)	4.5(5.0)	5.0(5.2)	5.4(5.4)
	2	5.4(5.3)	5.4(5.3)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	5.0(5.0)	5.0(5.0)	5.0(5.4)	5.4(5.4)
H - 4	1	5.3(5.3)	5.3(5.3)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	5.5(5.5)	4.5(5.0)	5.2(5.2)	5.4(5.4)
	2	5.2(5.4)	5.2(5.4)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	5.0(5.0)	4.5(5.0)	5.2(5.4)	5.4(5.4)
A - 1	1	5.1(5.2)	5.1(5.2)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	5.0(5.0)	5.0(5.0)	4.5(4.5)	5.4(5.2)
	2	5.0(5.1)	5.0(5.1)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	5.0(4.5)	5.0(5.0)	5.0(4.5)	5.4(5.4)
A - 2	1	5.0(5.2)	5.0(5.2)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	5.0(5.0)	5.0(5.0)	5.0(5.1)	5.4(5.4)
	2	4.9(5.3)	4.9(5.3)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	5.0(5.5)	5.0(5.0)	5.0(4.7)	5.2(5.4)
A - 3	1	5.3(5.4)	5.3(5.4)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	4.5(5.5)	5.5(5.0)	4.5(4.7)	5.0(5.4)
	2	5.3(5.3)	5.3(5.3)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	4.5(4.5)	5.0(5.5)	4.5(4.8)	5.4(5.4)
A - 4	1	5.2(5.4)	5.2(5.4)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	5.0(4.5)	4.5(4.5)	4.2(4.2)	5.2(5.2)
	2	5.3(5.4)	5.3(5.4)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	5.0(5.5)	5.0(4.5)	4.2(4.2)	5.0(5.2)
C - 1	1	5.0(5.2)	5.0(5.2)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	5.0(5.0)	5.0(5.0)	5.2(5.2)	5.2(5.2)
	2	5.1(5.3)	5.1(5.3)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	5.0(5.0)	4.5(5.0)	5.2(5.2)	5.4(5.4)
C - 2	1	4.9(5.1)	4.9(5.1)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	5.0(5.0)	4.5(4.5)	4.7(4.8)	5.2(5.2)
	2	5.0(5.2)	5.0(5.2)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	5.5(5.0)	4.5(5.0)	4.8(4.8)	5.4(5.0)
C - 3	1	5.4(5.3)	5.4(5.3)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	5.0(5.5)	4.5(5.0)	5.0(5.0)	5.2(5.0)
	2	5.2(5.1)	5.2(5.1)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	5.0(5.0)	5.0(4.5)	5.1(5.3)	5.4(5.4)
C - 4	1	5.0(5.2)	5.0(5.2)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	4.5(5.0)	4.5(4.5)	4.8(4.8)	5.0(5.0)
	2	5.2(5.0)	5.2(5.0)	4.8(4.8)	4.8(4.8)	5.0(5.0)	5.0(4.5)	4.8(5.0)	5.2(5.0)
S - 5	1	7.9(8.0)	7.9(8.0)	7.2(7.2)	7.2(7.2)	7.5(8.0)	7.5(7.0)	7.0(7.0)	7.0(7.0)
	2	7.7(7.6)	7.7(7.6)	7.2(7.2)	7.2(7.2)	7.0(7.0)	8.0(8.0)	7.0(7.0)	7.4(7.0)

(注) ()は試験板裏面の塗付量である。

塗付量		2号塗料(g/cm ²)					
		玉野		宮島		長崎	
		1回目	2回目	1回目	2回目	1回目	2回目
X-1	1	5.2(4.4)	6.4(6.5)	5.2(5.4)	5.3(5.5)	5.2(5.3)	5.3(5.3)
	2	4.5(4.8)	6.5(5.6)	5.3(5.3)	5.2(5.4)	5.2(5.3)	5.2(5.4)
X-2	1	4.4(4.4)	4.7(4.3)	5.3(5.3)	5.3(5.4)	5.2(5.3)	5.3(5.4)
	2	4.5(4.9)	5.0(4.2)	5.4(5.4)	5.3(5.4)	5.3(5.3)	5.2(5.4)
X-3	1	4.5(4.3)	4.4(4.4)	5.2(5.3)	5.3(5.4)	5.3(5.4)	5.3(5.3)
	2	4.5(4.9)	4.5(5.0)	5.1(5.2)	5.2(5.3)	5.3(5.3)	5.3(5.4)
X-4	1	3.6(3.8)	5.2(4.5)	5.3(5.4)	5.3(5.5)	5.2(5.3)	5.2(5.4)
	2	4.5(4.8)	5.0(4.2)	5.2(5.3)	5.2(5.4)	5.3(5.3)	5.4(5.5)
F-1	1	4.5(4.4)	5.5(5.1)	5.3(5.4)	5.2(5.4)	5.1(5.2)	5.2(5.3)
	2	4.4(5.0)	4.5(4.8)	5.1(5.2)	5.2(5.3)	5.2(5.2)	5.3(5.4)
F-2	1	4.0(4.1)	5.0(4.3)	5.4(5.4)	5.3(5.4)	5.3(5.4)	5.3(5.5)
	2	5.4(4.4)	5.0(5.2)	5.3(5.4)	5.4(5.4)	5.2(5.3)	5.3(5.4)
F-3	1	5.0(4.5)	4.2(5.0)	5.2(5.3)	5.3(5.4)	5.3(5.3)	5.4(5.4)
	2	4.9(5.0)	5.0(4.0)	5.3(5.4)	5.4(5.4)	5.2(5.3)	5.3(5.4)
F-4	1	4.9(4.7)	4.4(5.0)	5.2(5.3)	5.3(5.4)	5.1(5.4)	5.3(5.3)
	2	4.9(4.7)	4.8(4.0)	5.3(5.4)	5.2(5.4)	5.2(5.3)	5.4(5.4)
H-1	1	6.5(5.9)	4.7(5.4)	5.3(5.4)	5.4(5.4)	5.2(5.3)	5.3(5.3)
	2	5.8(5.7)	6.1(5.5)	5.2(5.3)	5.3(5.4)	5.3(5.3)	5.2(5.4)
H-2	1	4.6(4.6)	4.2(4.2)	5.1(5.2)	5.2(5.3)	5.2(5.3)	5.3(5.4)
	2	4.6(4.4)	4.8(4.7)	5.2(5.2)	5.3(5.3)	5.3(5.3)	5.2(5.3)
H-3	1	5.5(5.1)	5.5(5.0)	5.2(5.4)	5.3(5.4)	5.1(5.3)	5.2(5.4)
	2	5.1(5.5)	4.0(5.0)	5.1(5.3)	5.2(5.4)	5.2(5.3)	5.3(5.4)
H-4	1	5.0(4.8)	4.8(4.8)	5.2(5.2)	5.3(5.4)	5.1(5.3)	5.2(5.2)
	2	5.0(5.0)	5.6(5.0)	5.1(5.2)	5.2(5.3)	5.2(5.3)	5.4(5.3)
A-1	1	5.2(5.2)	4.2(4.7)	5.0(5.1)	5.2(5.3)	5.1(5.2)	5.3(5.4)
	2	5.3(5.5)	5.0(4.8)	5.1(5.1)	5.1(5.2)	5.2(5.2)	5.3(5.3)
A-2	1	5.5(5.0)	4.7(5.0)	4.9(5.0)	5.0(5.2)	5.0(5.1)	5.3(5.4)
	2	5.4(5.1)	4.8(4.8)	5.1(5.1)	5.2(5.3)	4.9(5.0)	5.2(5.3)
A-3	1	5.1(5.2)	6.0(5.0)	5.2(5.1)	5.2(5.3)	5.3(5.4)	5.3(5.5)
	2	4.6(5.3)	4.0(5.0)	5.2(5.3)	5.3(5.4)	5.3(5.3)	5.4(5.4)
A-4	1	4.9(4.3)	5.0(4.4)	5.1(5.2)	5.2(5.3)	5.2(5.2)	5.3(5.4)
	2	4.8(4.7)	4.8(4.8)	5.2(5.3)	5.3(5.4)	5.2(5.3)	5.3(5.3)
C-1	1	5.3(4.8)	5.1(4.4)	5.0(5.1)	5.2(5.3)	4.9(5.0)	5.1(5.2)
	2	4.9(4.7)	5.2(4.7)	4.9(5.1)	5.0(5.1)	5.0(5.2)	5.1(5.2)
C-2	1	4.6(4.1)	4.7(4.7)	5.0(5.1)	5.1(5.2)	5.1(5.2)	5.2(5.3)
	2	4.8(5.3)	4.0(5.3)	5.1(5.2)	5.2(5.3)	4.9(5.0)	5.0(5.2)
C-3	1	5.4(5.0)	5.0(5.0)	5.2(5.3)	5.3(5.4)	5.1(5.2)	5.2(5.3)
	2	4.8(5.3)	4.0(4.0)	5.1(5.3)	5.2(5.3)	5.2(5.2)	5.4(5.4)
C-4	1	4.7(4.4)	5.0(4.7)	5.2(5.2)	5.4(5.4)	5.2(5.3)	5.3(5.4)
	2	4.6(4.6)	5.0(5.0)	5.2(5.4)	5.3(5.5)	5.3(5.3)	5.3(5.4)
S-5	1	6.8(6.2)	7.8(5.7)	7.6(7.8)	7.8(7.9)	7.5(7.6)	7.8(8.0)
	2	6.7(6.8)	7.3(7.7)	7.6(7.7)	7.7(7.8)	7.6(7.8)	7.8(7.9)

(注) ()は試験板裏面の塗付量である。

4.3.6 試験要領

(1) 乾湿交番試験

(a) 浸漬方法

半没に(図4.3.2)浸漬した。

(b) 浸漬場所

宮島

(c) 浸漬日時

昭和47年9月27日

(d) 試験方法

半没に浸漬した

8ワクの試験板(防汚剤1種類につき試験板2枚)を浸漬後1、3、6、9、12、15および18カ月目に塗膜状態を調査する。

(e) 評価方法

(i) 観察対象面

試験板の上端から30mm下つた線と下端から20mm上つた線と、左右両端からそれぞれ10mm内側に入つた線で囲まれた面。(有効面積200cm²)

(ii) 観察結果の評価方法

観察対象面の塗膜の一般状態(さび、われ、ふくれ、はがれ等)について文章で評価する。

(2) 防汚試験

(a) 浸漬方法

水面下1mに(図4.3.3)

浸漬した。

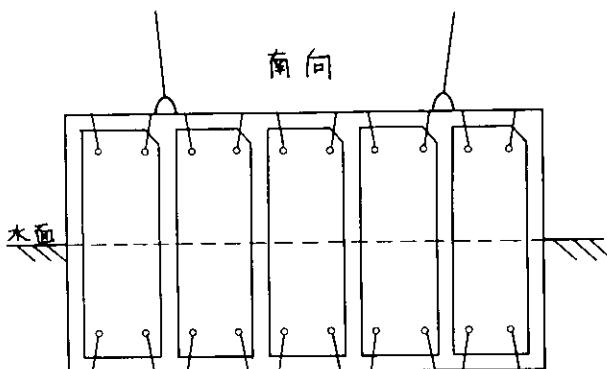


図4.3.2 乾湿交番用試験板浸漬方法

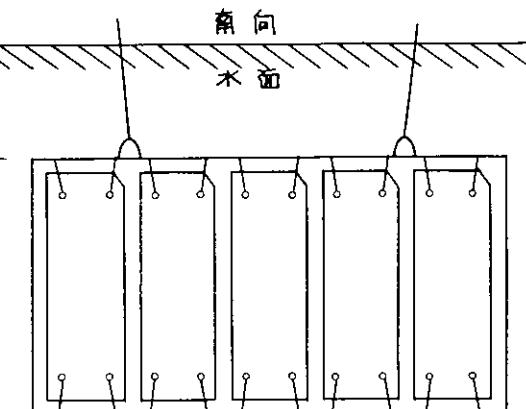


図4.3.3 防汚試験用試験板浸漬方法

(b) 浸漬場所および浸漬日時

符号	浸漬場所	浸漬日時	担当会社
E	追浜	47.9.30	神東塗料
J	泉大津	47.10.12	関西ペイント
W	舞鶴	47.9.28	カナエ塗料
M	相生	47.9.26	日本油脂
N	宇野	47.10.5	日本ペイント
O	宮島	47.9.27	中国塗料
U	長崎	47.9.25	"

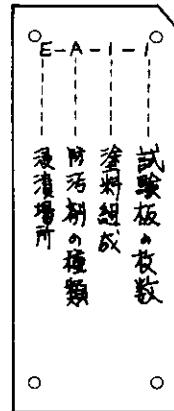


図 4.3.4 試験板符号

(c) 試験方法

水面下 1 m に浸漬した 8 ワクの試験板（防汚剤 1 種類につき試験板 2 枚）を浸漬後 1、3、6、9、12、15 および 18 カ月目に防汚性能を調査する。

(d) 評価方法

(イ) 観察対象面

4.3.6 (E)(a)に準ずる。

(ロ) 観察結果の評価方法

観察対象面に付着した生物の付着面積%によって評価する。

◎ 付着なし	○ 10%以内	△ 11~25%
× 26~50%	×× 51~75%	××× 76~100%

4.3.7 試験結果

(1) 乾湿交番試験

(a) 浸漬1カ月

項目 符号	水 中 部		水 線 部		水 上 部	
	表	裏	表	裏	表	裏
0-X-1-3	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
0-X-2-3	"	"	"	"	"	"
0-X-3-3	"	"	"	"	"	"
0-X-4-3	"	"	"	"	"	"
0-F-1-3	"	"	"	"	"	"
0-F-2-3	"	"	"	"	"	"
0-F-3-3	"	"	"	"	"	"
0-F-4-3	"	"	"	"	"	"
0-H-1-3	"	"	"	"	"	"
0-H-2-3	"	"	"	"	"	"
0-H-3-3	"	"	"	"	"	"
0-H-4-3	"	"	"	"	"	"
0-A-1-3	"	"	"	"	"	"
0-A-2-3	"	"	"	"	"	"
0-A-3-3	"	"	"	"	"	"
0-A-4-3	"	"	"	"	"	"
0-C-1-3	"	"	"	"	"	"
0-C-2-3	"	"	"	"	"	"
0-C-3-3	"	"	"	"	"	"
0-C-4-3	"	"	"	"	"	"
0-S-5-3	"	"	"	"	"	"

項目 符号	水 中 部		水 線 部		水 上 部	
	表	裏	表	裏	表	裏
0 - X - 1 - 4	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
0 - X - 2 - 4	"	"	"	"	"	"
0 - X - 3 - 4	"	"	"	"	"	"
0 - X - 4 - 4	"	"	"	"	"	"
0 - F - 1 - 4	"	"	"	"	"	"
0 - F - 2 - 4	"	"	"	"	"	"
0 - F - 3 - 4	"	"	"	"	"	"
0 - F - 4 - 4	"	"	"	"	"	"
0 - H - 1 - 4	"	"	"	"	"	"
0 - H - 2 - 4	"	"	"	"	"	"
0 - H - 3 - 4	"	"	"	"	"	"
0 - H - 4 - 4	"	"	"	"	"	"
0 - A - 1 - 4	"	"	"	"	"	"
0 - A - 2 - 4	"	"	"	"	"	"
0 - A - 3 - 4	"	"	"	"	"	"
0 - A - 4 - 4	"	"	"	"	"	"
0 - C - 1 - 4	"	"	"	"	"	"
0 - C - 2 - 4	"	"	"	"	"	"
0 - C - 3 - 4	"	"	"	"	"	"
0 - C - 4 - 4	"	"	"	"	"	"
0 - S - 5 - 4	"	"	"	"	"	"

(b) 浸漬3カ月

成績写真(写真4.3.1、4.3.2)参照。

項目 符号	水 中 部		水 線 部		水 上 部	
	表	裏	表	裏	表	裏
0-X-1-3	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
0-X-2-3	"	"	"	"	"	"
0-X-3-3	"	"	"	"	"	"
0-X-4-3	"	"	"	"	"	"
0-F-1-3	"	"	"	"	"	"
0-F-2-3	"	"	"	"	"	"
0-F-3-3	"	"	"	"	"	"
0-F-4-3	"	"	"	"	"	"
0-H-1-3	"	"	"	"	"	"
0-H-2-3	"	"	"	"	"	"
0-H-3-3	"	"	"	"	"	"
0-H-4-3	"	"	"	"	"	"
0-A-1-3	"	"	"	"	"	"
0-A-2-3	"	"	"	"	"	"
0-A-3-3	"	"	※	※	"	"
0-A-4-3	"	"	"	"	"	"
0-C-1-3	"	"	"	"	"	"
0-C-2-3	"	"	"	"	"	"
0-C-3-3	"	"	"	"	"	"
0-C-4-3	"	"	"	"	"	"
0-S-5-3	"	"	"	"	"	"

(注) ※ 生物付着

成績写真(写真4.3.1、4.3.2)参照。

項目 符号	水 中 部		水 線 部		水 上 部	
	表	裏	表	裏	表	裏
0-X-1-4	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
0-X-2-4	"	"	"	"	"	"
0-X-3-4	"	"	"	"	"	"
0-X-4-4	"	"	"	"	"	"
0-F-1-4	"	"	"	"	"	"
0-F-2-4	"	"	"	"	"	"
0-F-3-4	"	"	"	"	"	"
0-F-4-4	"	"	"	"	"	"
0-H-1-4	"	"	"	"	"	"
0-H-2-4	"	"	"	"	"	"
0-H-3-4	"	"	"	"	"	"
0-H-4-4	"	"	"	"	"	"
0-A-1-4	"	"	"	"	"	"
0-A-2-4	"	"	"	"	"	"
0-A-3-4	"	"	※	"	※	"
0-A-4-4	"	"	"	"	"	"
0-C-1-4	"	"	"	"	"	"
0-C-2-4	"	"	"	"	"	"
0-C-3-4	"	"	"	"	"	"
0-C-4-4	"	"	"	"	"	"
0-S-5-4	"	"	"	"	"	"

(注) ※ 生物付着

(2) 防汚試験

(a) 浸漬1カ月

設置場所 符号	追浜		泉大津		舞鶴		相生		宇野		宮島		長崎	
	(52日)		(30日)		(30日)		(31日)		(20日)		(30日)		(32日)	
	表	裏	表	裏	表	裏	表	裏	表	裏	表	裏	表	裏
X - 1 - 1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
X - 2 - 1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
X - 3 - 1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
X - 4 - 1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
F - 1 - 1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
F - 2 - 1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
F - 3 - 1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
F - 4 - 1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
H - 1 - 1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
H - 2 - 1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
H - 3 - 1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
H - 4 - 1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
A - 1 - 1	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
A - 2 - 1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
A - 3 - 1	XXX	XXX	◎	◎	△	×	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	△
A - 4 - 1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
C - 1 - 1	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
C - 2 - 1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
C - 3 - 1	△	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
C - 4 - 1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
S - 5 - 1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

浸漬場所 符号	追浜		泉大津		舞鶴		相生		宇野		宮島		長崎	
	(52日)		(30日)		(30日)		(31日)		(20日)		(30日)		(32日)	
	表	裏	表	裏	表	裏	表	裏	表	裏	表	裏	表	裏
X - 1 - 2	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
X - 2 - 2	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
X - 3 - 2	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
X - 4 - 2	*◎	*◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
F - 1 - 2	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
F - 2 - 2	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
F - 3 - 2	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
F - 4 - 2	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
H - 1 - 2	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
H - 2 - 2	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
H - 3 - 2	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
H - 4 - 2	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
A - 1 - 2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
A - 2 - 2	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
A - 3 - 2	XXX	XXX	◎	◎	△	X	○	○	○	○	○	○	△	△
A - 4 - 2	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
C - 1 - 2	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
C - 2 - 2	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
C - 3 - 2	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
C - 4 - 2	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
S - 5 - 2	*◎	*◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

(注) * 外傷あり

(b) 浸漬 3 カ月

成績写真(写真4.3.3 ~ 4.3.16)参照。

項目 符号	追浜		泉大津		舞鶴		相生		宇野		宮島		長崎	
	(87日)		(110日)		(88日)		(90日)		(81日)		(90日)		(91日)	
	表	裏	表	裏	表	裏	表	裏	表	裏	表	裏	表	裏
X - 1 - 1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
X - 2 - 1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
X - 3 - 1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
X - 4 - 1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
F - 1 - 1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
F - 2 - 1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
F - 3 - 1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
F - 4 - 1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
H - 1 - 1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
H - 2 - 1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
H - 3 - 1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
H - 4 - 1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
A - 1 - 1	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
A - 2 - 1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
A - 3 - 1	XXX	XXX	XXX	XXX	XX	XX	○	○	○	○	○	○	XXX	XXX
A - 4 - 1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
C - 1 - 1	XX	XX	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
C - 2 - 1	◎	◎	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
C - 3 - 1	XX	XX	X	XX	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
C - 4 - 1	◎	◎	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
S - 5 - 1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

成績写真(写真4.3.3～4.3.16)参照。

浸漬場所 符号	追浜		泉大津		舞鶴		相生		宇野		宮島		長崎	
	(87日)				(88日)		(90日)		(81日)		(90日)		(91日)	
	表	裏	表	裏	表	裏	表	裏	表	裏	表	裏	表	裏
X - 1 - 2	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
X - 2 - 2	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
X - 3 - 2	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
X - 4 - 2	*◎	*◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
F - 1 - 2	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
F - 2 - 2	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
F - 3 - 2	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
F - 4 - 2	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
H - 1 - 2	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
H - 2 - 2	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
H - 3 - 2	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
H - 4 - 2	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
A - 1 - 2	○	○	◎	◎	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
A - 2 - 2	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
A - 3 - 2	xxx	xxx	xxx	xxx	x	xxx	△	△	○	○	○	○	xxx	xxx
A - 4 - 2	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
C - 1 - 2	xx	xx	◎	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
C - 2 - 2	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
C - 3 - 2	xx	xx	△	xx	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
C - 4 - 2	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
S - 5 - 2	*◎	*◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

(注) * 外傷あり

4.4 あとがき

各種有機錫の溶出速度はトリフエニル錫ハイドロオキサイドが一番多く、つづいてトリフエニル錫クロライドとなつているが亜酸化銅に比べるとかなり少なく、またこの溶出速度に与える影響は防汚剤の含有量よりもむしろビヒクルの影響の方が大きいようである。

乾湿交番試験は塗料組成がビニル系のため各試験板とも良好な諸性能を發揮している。

防汚試験はA-3の組成(容易型ビヒクルでトリフエニル錫アセテート10%含有)のものが他の組成に比べて極端に劣り、つづいてA-1、C-1、C-3が劣るが、いずれも防汚剤としてはトリフエニル錫アセテートおよびトリフエニル錫クロライドであり、含有量も10%と少ない。しかしその他の組成についてはいずれも良好な防汚性を発揮している。またブチル錫とフェニル錫を比較するとブチル錫の方が良好な防汚性を発揮している。

本試験は引き続き各種試験を継続するが、現在迄の試験結果を総合的に検討した結果、昭和48年度新薬物の試作研究の標準防汚剤としては亜酸化銅、トリブチル錫フルオライドおよびトリフエニル錫ハイドロオキサイドの3種類に決定する。

図 4.3.1 乾湿交番試験成績写真（3ヶ月）

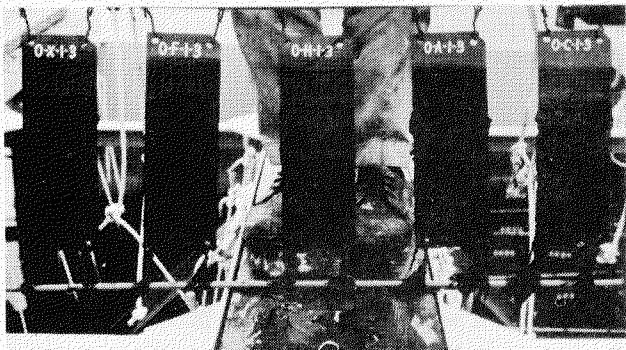


図 4.3.2 乾湿交番試験成績写真（3ヶ月）

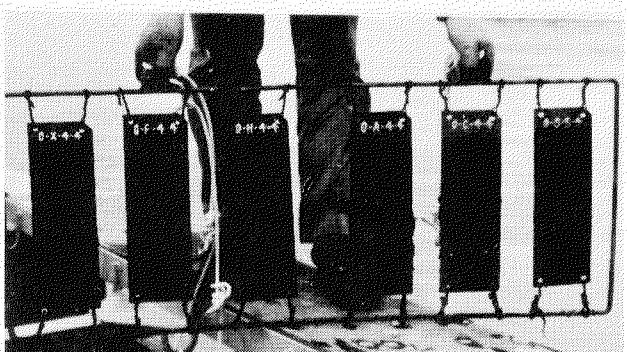
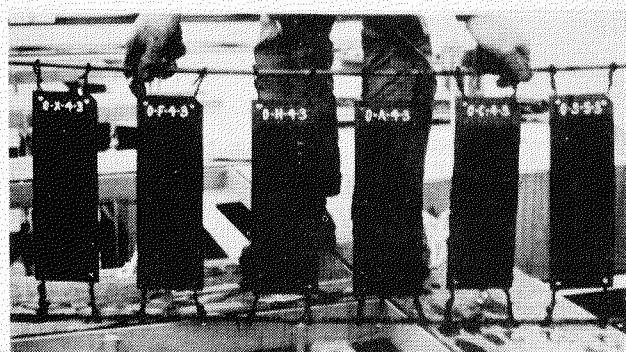
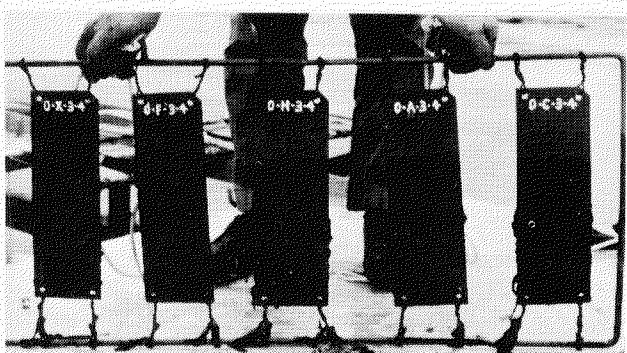
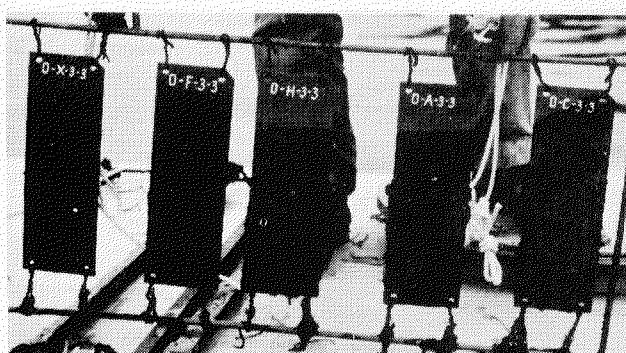
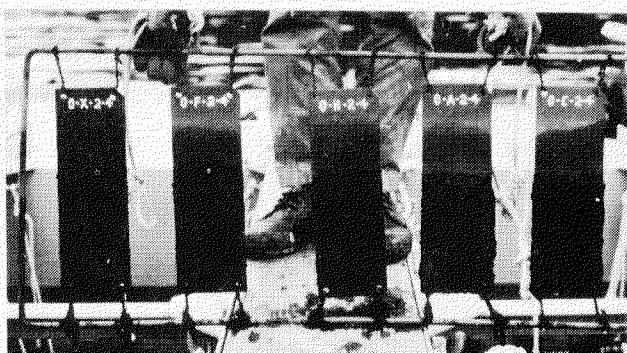
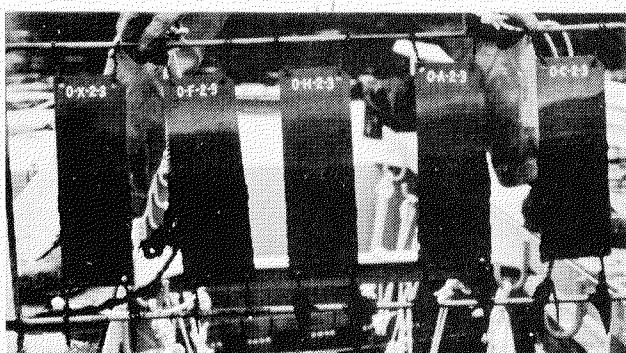
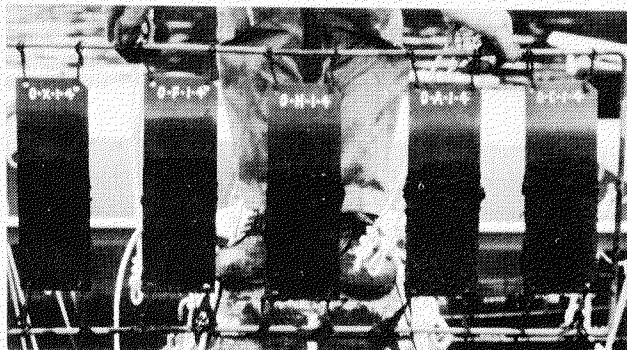


図 4.3.3 防汚試験成績写真（追浜 3ヶ月）

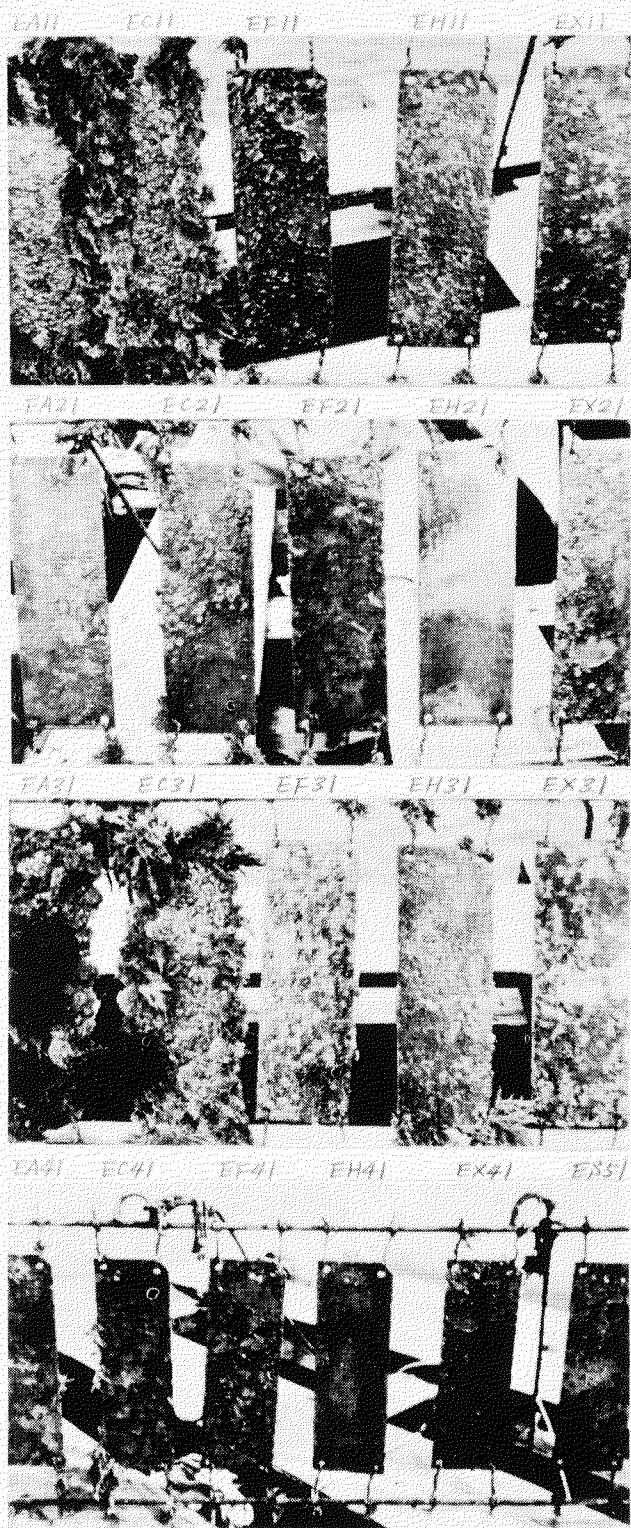


図 4.3.4 防汚試験成績写真（追浜 3ヶ月）

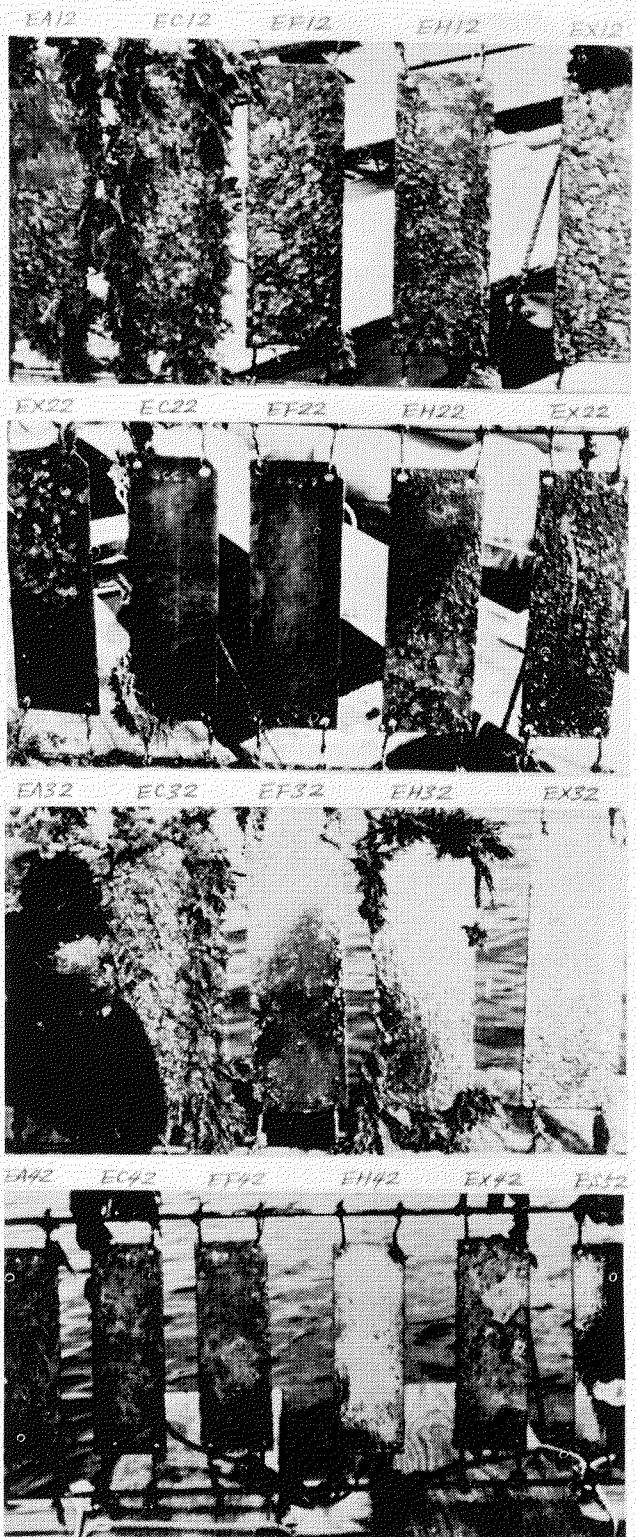


図 4.3.5 防汚試験成績写真（泉大津 3ヶ月）

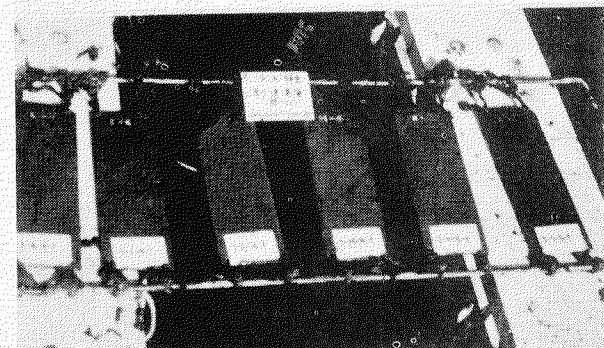
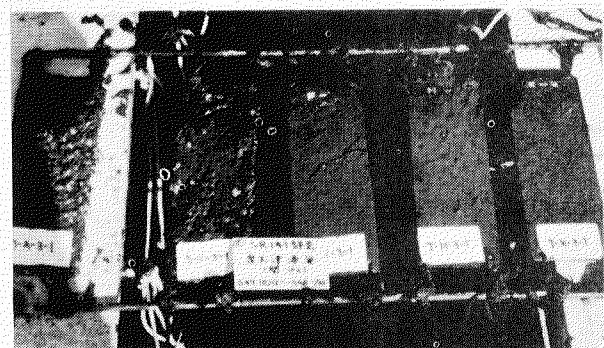
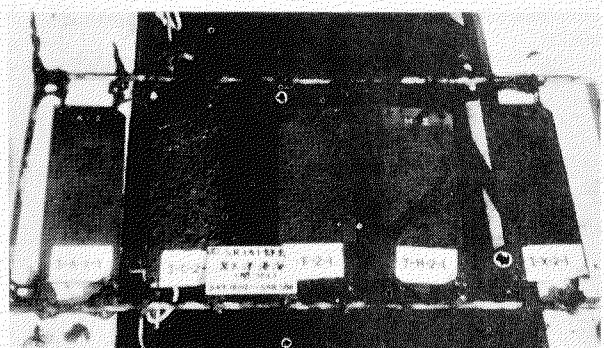
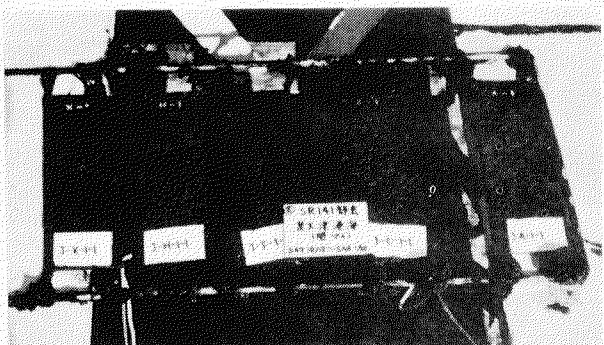


図 4.3.6 防汚試験成績写真（泉大浸 3ヶ月）

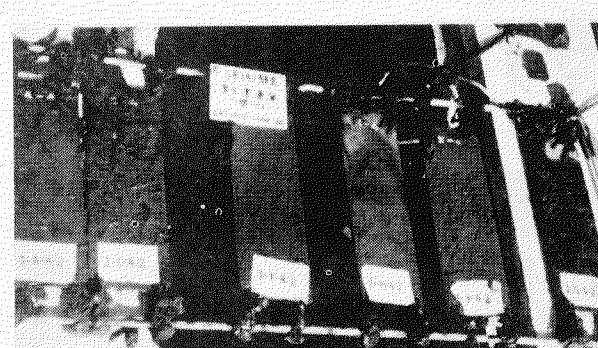
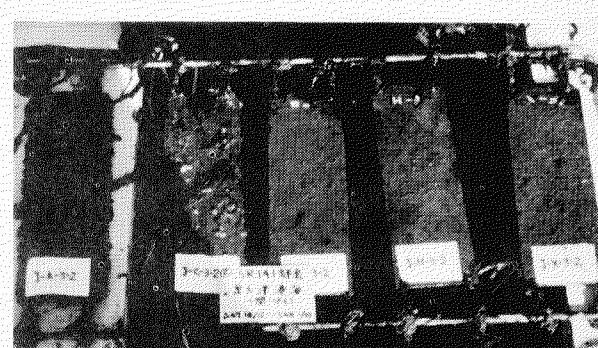
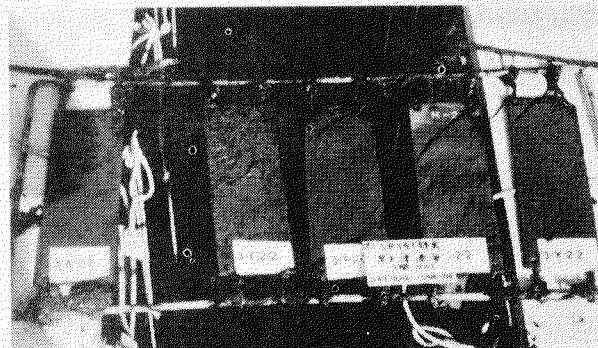
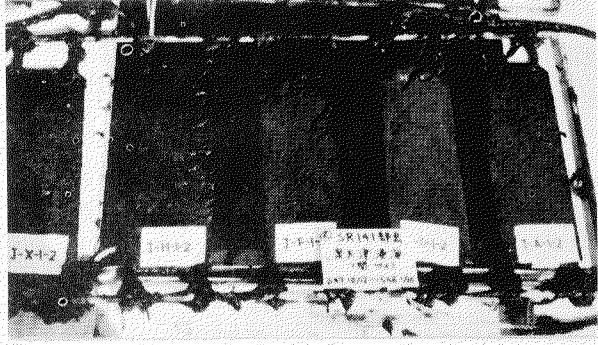


図 4.3.7 防汚試験成績写真（舞鶴 3ヶ月）

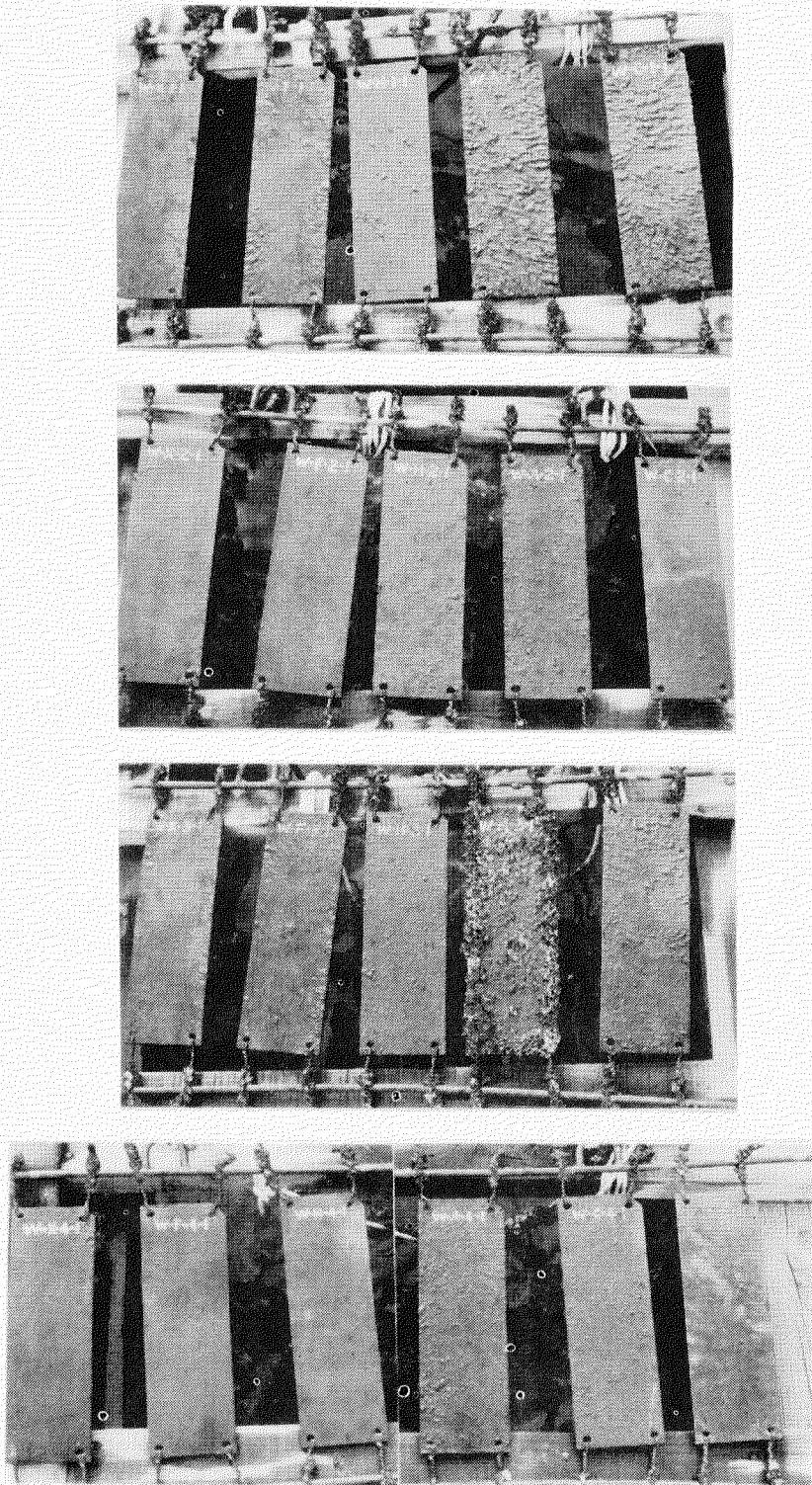


図 4.3.8 防汚試験成績写真(舞鶴3ヶ月)

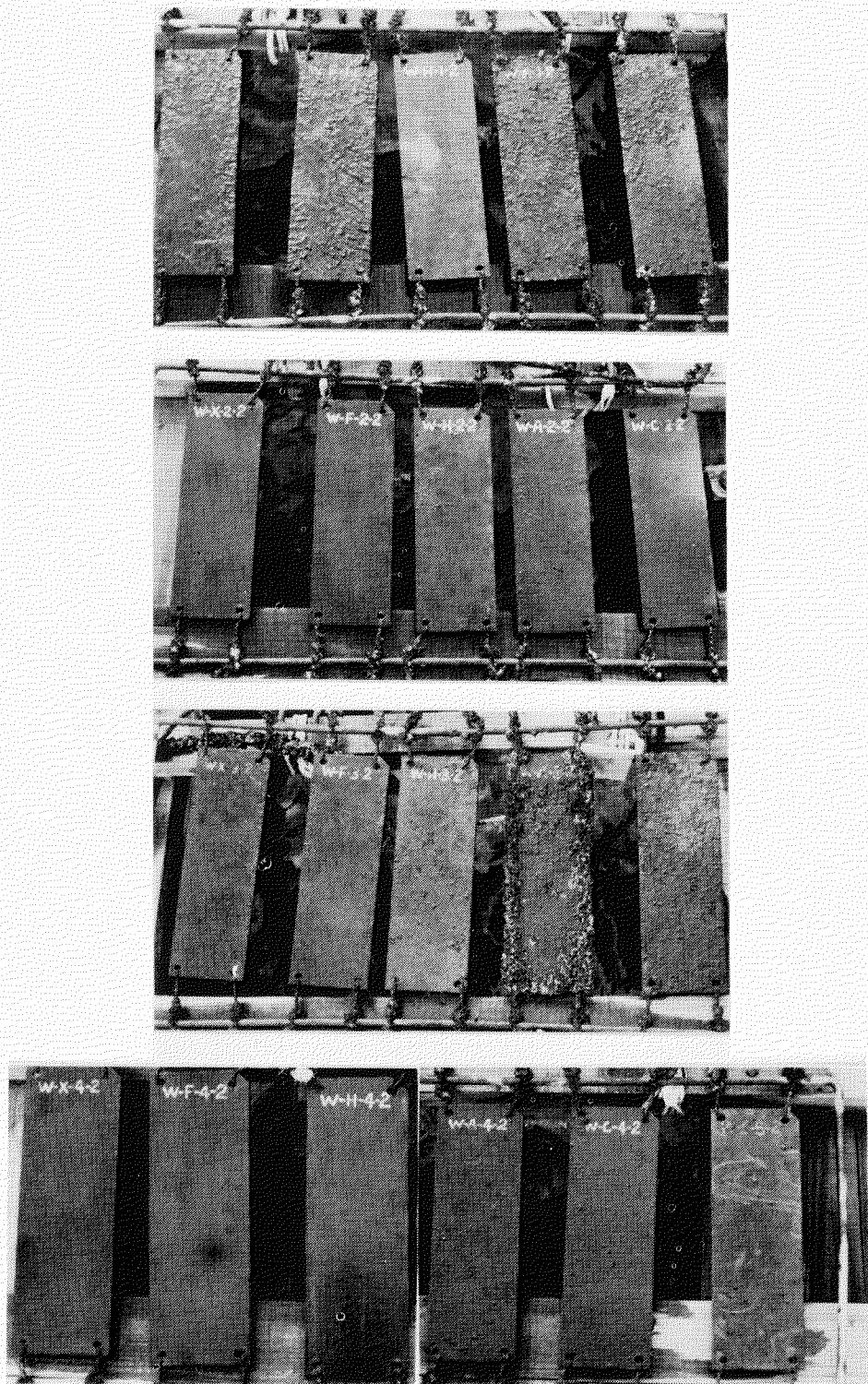


図 4.3.9 防汚試験成績写真（相生3ヶ月）

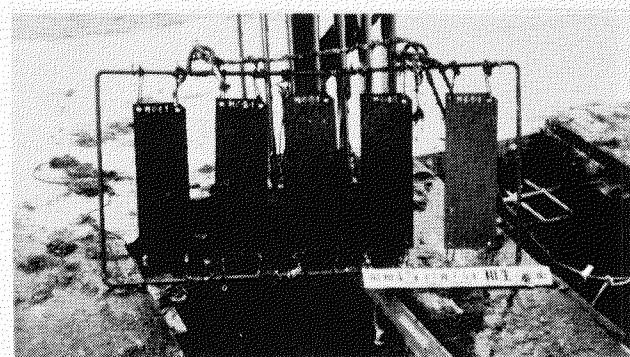
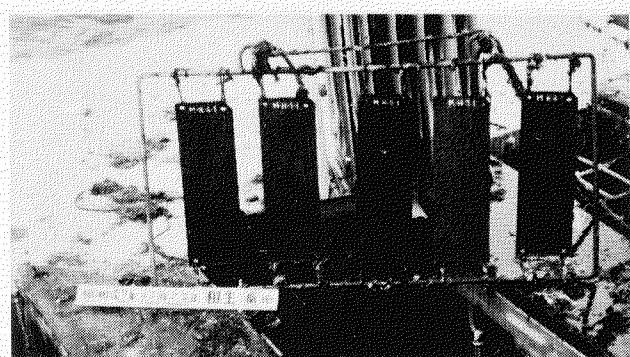
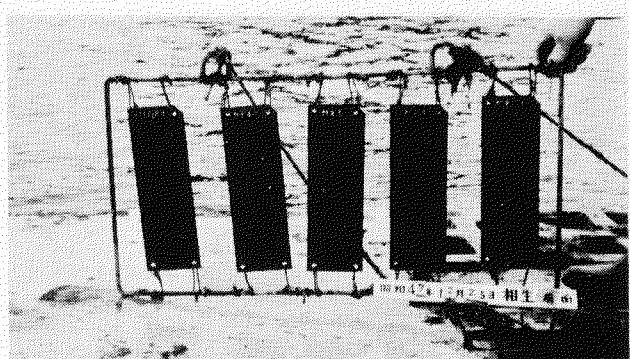
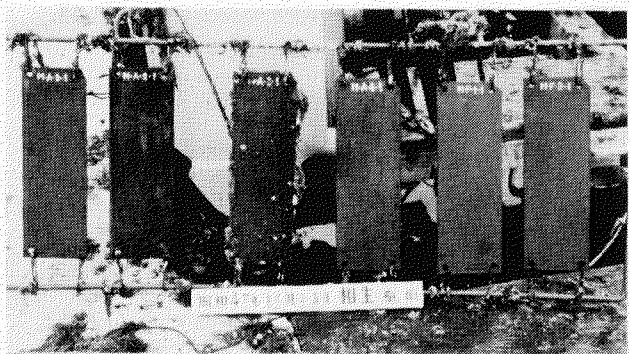


図 4.3.10 防汚試験成績写真（相生3ヶ月）

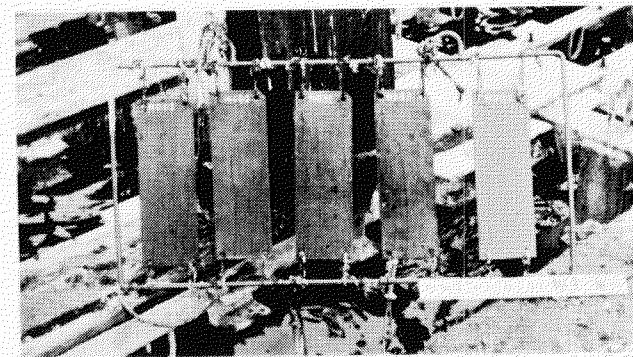
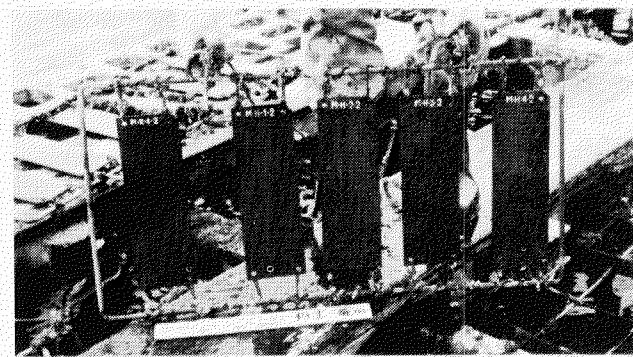
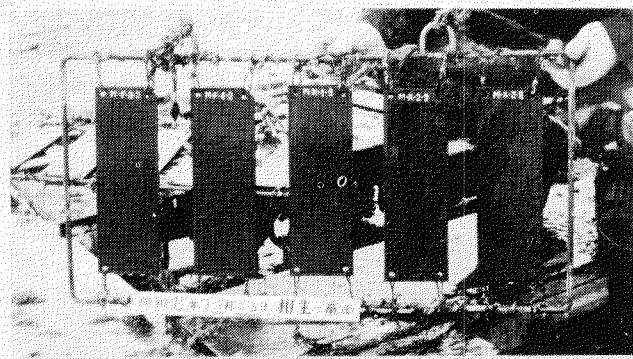
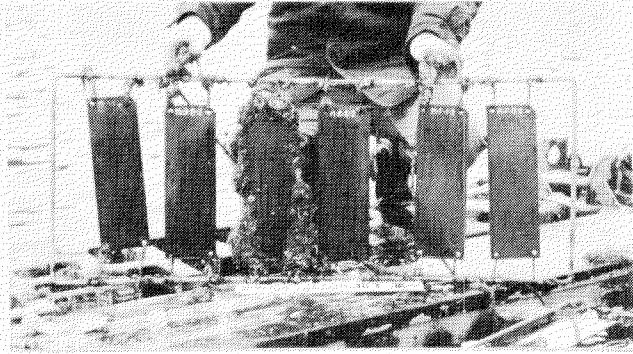


図 4.3.1.1 防汚試験成績写真（宇野 3ヶ月）

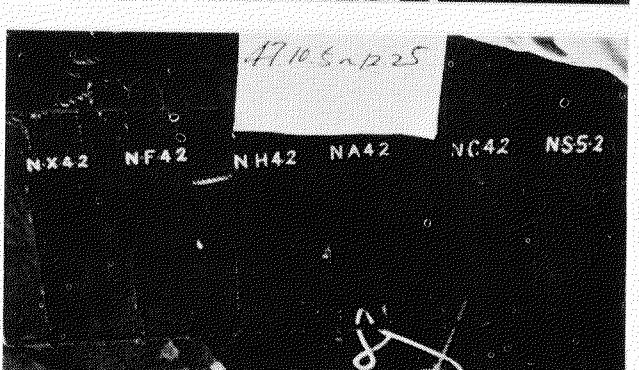
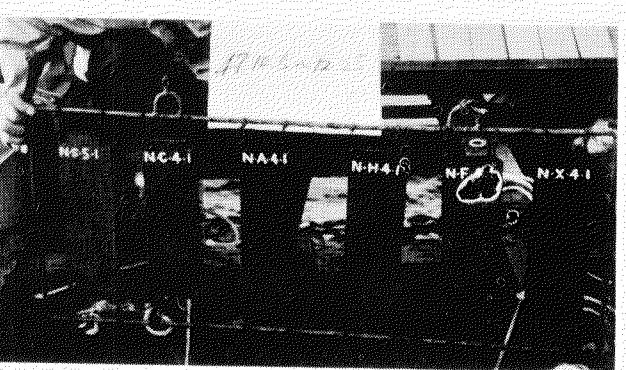
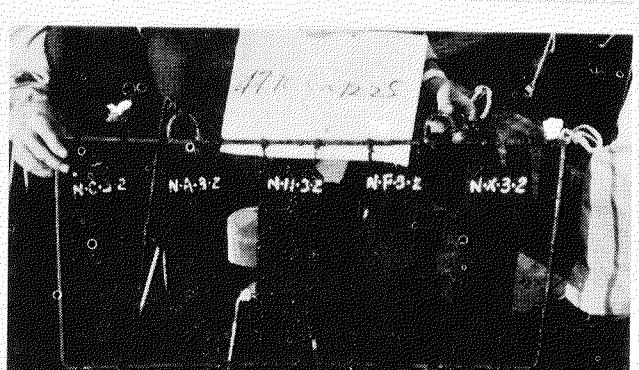
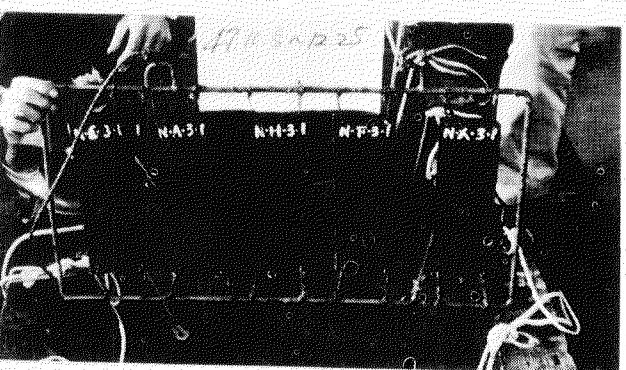
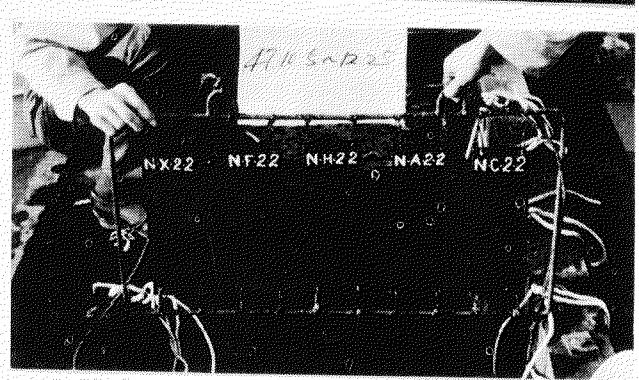
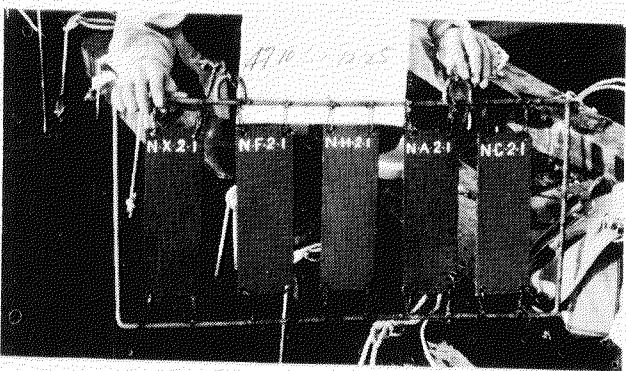
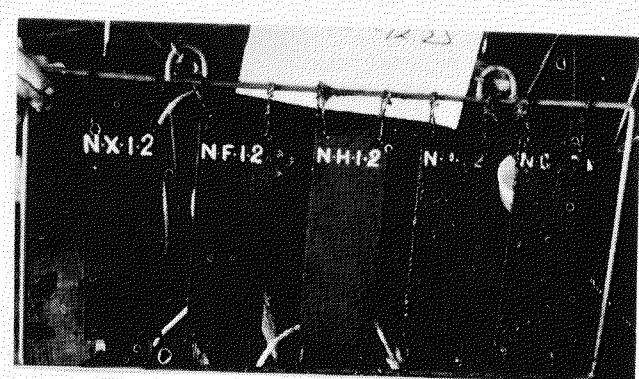
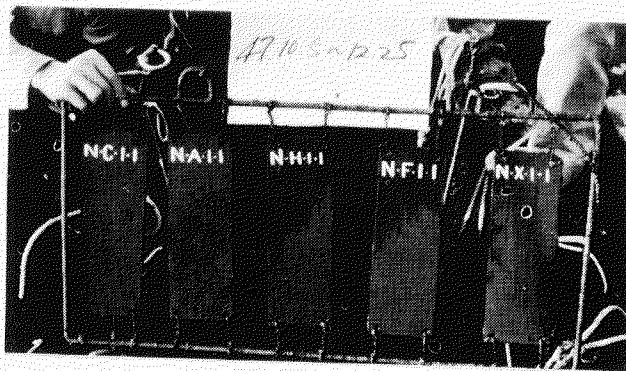


図 4.3.1.2 防汚試験成績写真（宇野 3ヶ月）

図 4.3.1.3 防汚試験成績写真（宮島 3ヶ月）

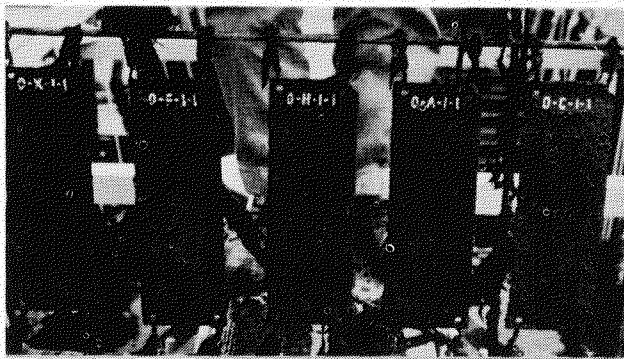


図 4.3.1.4 防汚試験成績写真（宮島 3ヶ月）

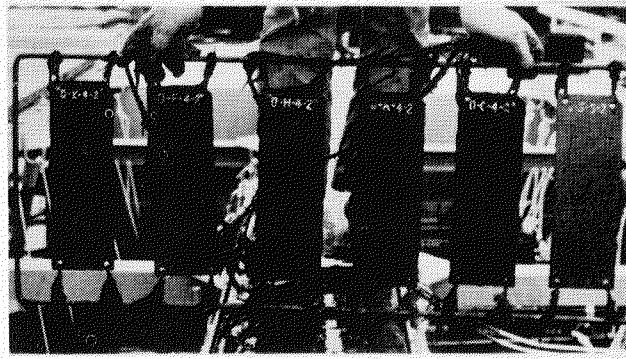
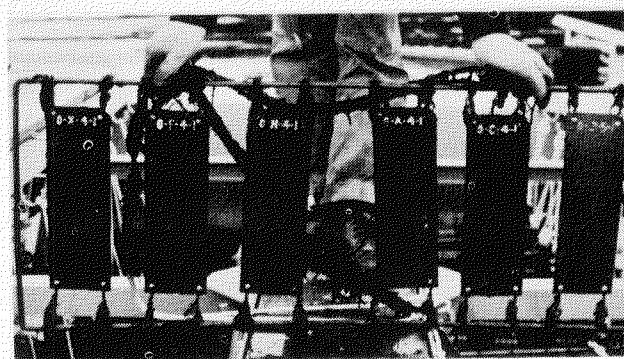
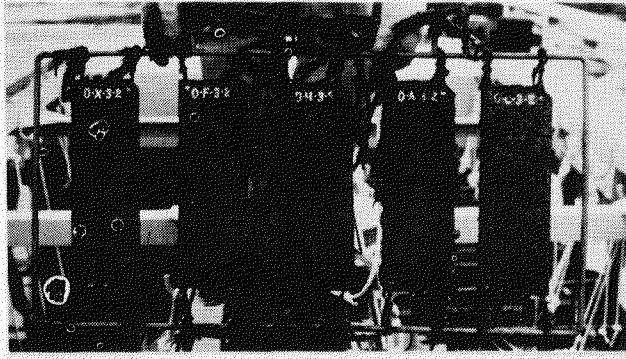
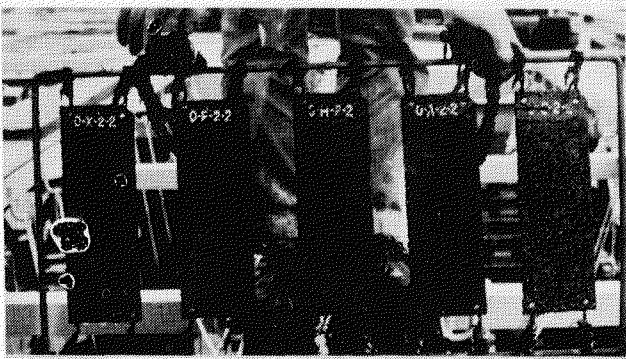
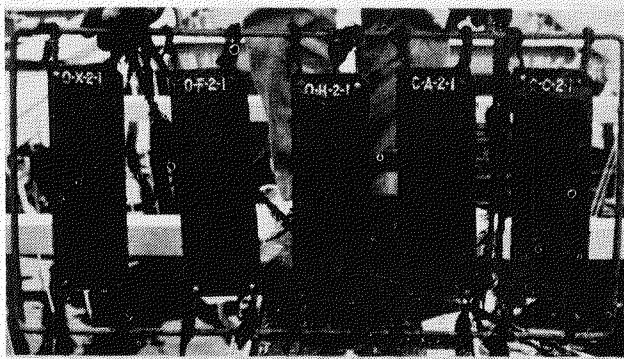
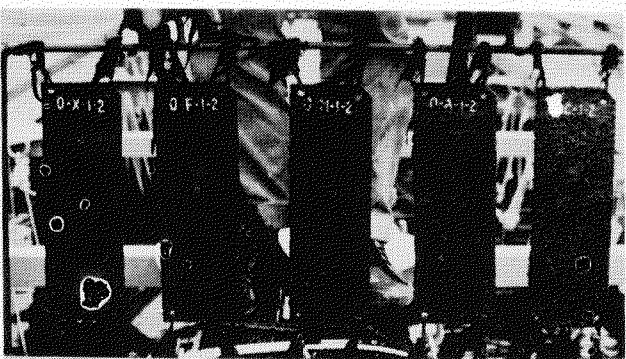


図 4.3.1.5 防汚試験成績写真（長崎 3ヶ月）

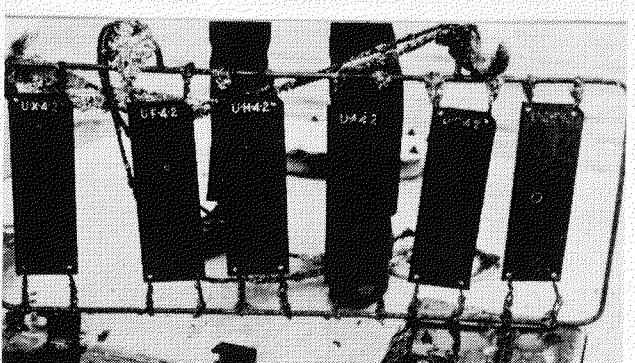
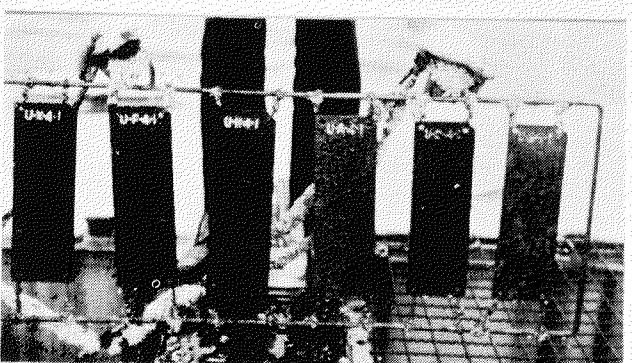
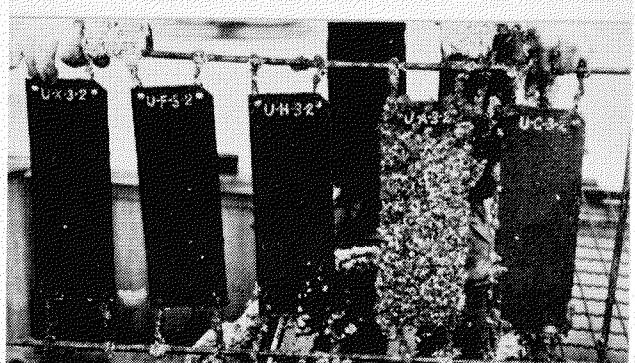
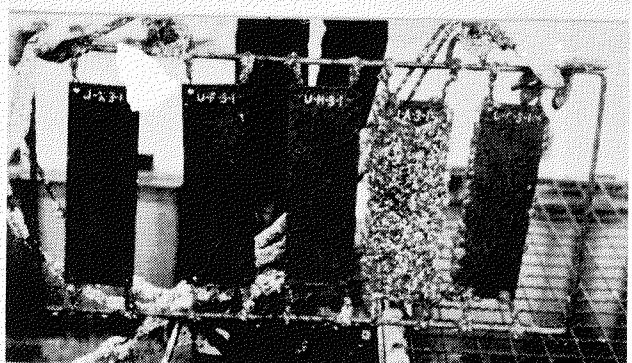
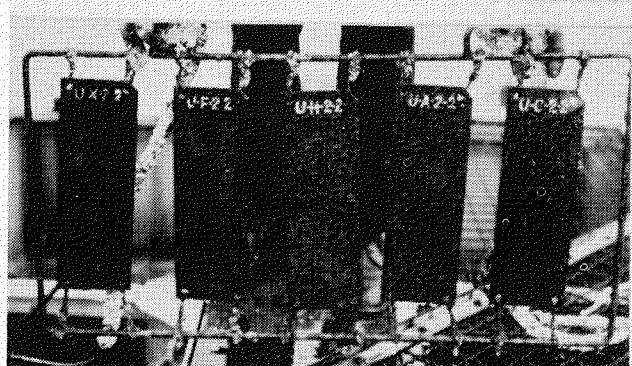
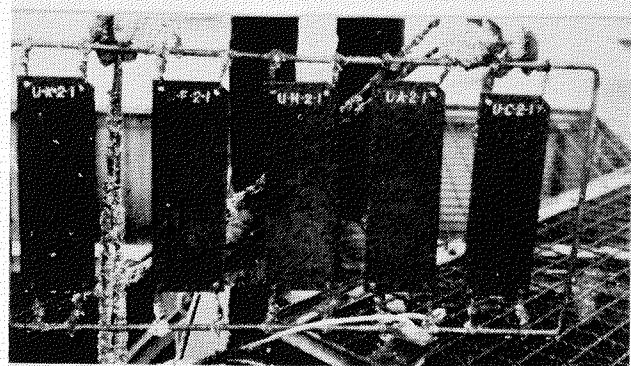
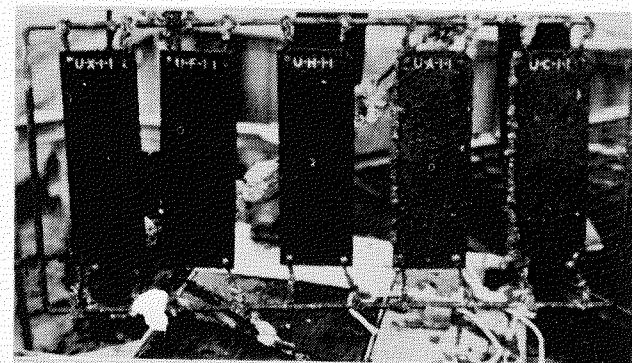


図 4.3.1.6 防汚試験成績写真（長崎 3ヶ月）

日本船舶振興会昭和47年度補助事業
〃船舶の防蝕防汚方法の開発に関する研究〃

研究資料 No. 186-2

第141研究部会

安全性の高い長期防汚塗料の開発研究

報 告 書 (II)

昭和48年1月

社 団 法 人
日 本 造 船 研 究 協 会

第3回海洋腐食・汚損国際会議報告書

昭和47年12月

馬 渡 静 夫

三 好 貢

伊 丹 良 雄

1. まえがき

最近、タンカーのパラストタンクの異常腐食や、安全性の高い長期防汚塗料の開発、塗装作業の合理化などの船舶の防食・防汚に関する問題が多く、そのため運輸省船舶局に「船舶の防食・防汚に関する研究開発委員会」が設置せられ、その効果的な推進方法が検討された。

その結果、昭和47年度より5カ年計画総経費、約5億円をもつて、船舶の防食・防汚に関する総合研究開発が（社）日本造船研究協会を中心として実施されることが決定され、現在研究が進められている。

その検討の段階において、この分野における外国の研究情報の不足が指摘せられ、この際「海洋腐食汚損国際会議」（以下国際会議という。）に、わが国よりも参加し、積極的に情報を獲得することが必要であるとの意見の下に、上記研究計画の一部にこれが組み込まれることになった。

これにより、本年10月アメリカで開催される第3回国際会議にわが国より、3名の出席者を派遣することになり、その人選が日本造船研究協会の防食・防汚に関する研究部会部会長と事務局において選考せられ次の派遣者を決定した。

国立科学博物館 理学博士 馬 渡 静 夫

日本塗料工業会船舶塗料技術委員長 三 好 貢

日本造船研究協会 専務理事 伊 丹 良 雄

2. 「海中材料保存研究永久国際委員会」

国際会議は、「海中材料保存研究永久国際委員会」（以下委員会といふ）の事業の一つであるので、本委員会の成立の経緯ならびにその事業内容について簡単に説明する。

1955年以来O E C Dの海洋環境における材料の保存に関する専門家グループは、17メンバー国の研究所を結集して共同研究を実施し、発展させ、国際協力を通じて立派な成果を挙げてきた。

その後、O E C D科学研究委員会は、このプログラムに対する援助は、初期のみにとどめるという政策に従つて、第10年度より管理的援助を中止することを決定した。そのため、上記専門家グループは、共同研究を永久国際委員会の形で継続し、発展させようとし、O E C Dメンバー国、非メンバー国両方から希望の研究所を結集した。

その結果、1966年この目的に同意した国々の間で規約（末尾（イ））に調印し、この委員会を発足した。メンバーは、研究所のみであり、個人や純粹に商業的組織や会社は参加の資格がない。

a. メンバー

委員会のメンバーは、現在13ヵ国、32研究所によつて構成されている。

メンバーの種類には、設立メンバー、アクティブメンバー、賛助メンバーの3種類があるが、現状は下の如くである。

設立メンバー (13) : フランス (5) デンマーク (2) イギリス (2) ギリシャ イタリー
オランダ スペイン 各1

アクティブメンバー (14) : アメリカ (3) イタリー (2) イギリス (2) フランス
ギリシャ 西ドイツ アルゼンチン カナダ イスラエル スエーデン各1

賛助メンバー (5) : フランス (3) ギリシャ カナダ 各1

合計 (32)

このほかオーストラリアとノルウェーが参加を申請中である。

b、委員会の機能

委員会の機能は、次のとおりである。

1. 情報交換の推進
2. 研究調整と研究協力の推進
3. 共同研究

本委員会の業務は、船舶の保護だけに限定せず、海洋環境におけるあらゆる材料、例えば木材、セメント、織物等の保存をも含んでいる。

研究結果は、すべてのメンバーに自由に利用される

4. 國際会議の定期的開催
一定期 (3~4年) ごとに国際会議を開催する。この会議は、研究発表が中心で、メンバー以外のすべての研究者達に開放される。
5. 研究成果の配布と応用の促進
6. この機能の遂行促進に必要な活動の企画

c、事務局

事務局は、フランスの海洋学研究教育センター C.R.E.O (Centre de Recherches et d'Etudes Oceanographiques) に委託されている。

d、O E C Dとの関係

委員会は、O E C Dとの関連関係を確立し、毎年O E C Dに對し事業の進捗状況報告と次年度計画が提出される。

O E C D代表者は、総会およびその他の会合に顧問の資格で出席できる。

e、財政

最初の2年間 (1967~8年) の事務局費用は、C.R.E.O を通じフランス政府によつて賄なされた。しかし、1970年以降は、メンバーが前年の事務局の経費を基礎として毎年定められる額を負担して運営されている。1971年における1メンバーの寄附額は、1,000フランスフランになつている。

f、会議

本会議は、1966年以降10回開催され、開催地は各国で持ち廻されている。

g ワーキンググループ

本会議で承認された共同研究は、種々のワーキンググループに分けられ割り当てられる。

現在次の9ワーキンググループがある。

電 気 防 食

防汚塗料試験法

汚損の生物学

海洋環境下の木材

オフショアの問題

ポートトップ部

迷 走 電 流

塗装前後の表面処理

海 洋 汚 染

共同研究の結果は委員会で出版される。

これらワーキンググループの詳細は末尾文献(4)に記載されている。

3. 海洋腐食汚損国際会議

a、第1回国際会議は、1964年6月フランス カンヌで、第2回は、1968年9月ギリシャ アデンで開催されており、第4回はギリシャの予定である。

第3回国際会議の開催場所および日程は次のとおりである。

日程 1971年 10月 1日 受付

10月2～5日 会議

場所 アメリカ、メリーランド州、ゲザーバーグ

国立標準局 (ワシントンより バス 約40分)

b、実行委員会

実行委員会は、アメリカの国立標準局、海軍研究所、大学等の代表者9名で組織されている。

c、参加者 266名

各国別参加人員は次のとおりである。

アメリカ	195	イギリス	21
カナダ	9	フランス	8
日本	8	デンマーク	5
イタリー	4	オランダ	3
西ドイツ	2	ギリシャ	2
オーストラリア	2		

ノルウェー、スエーデン、ベルギー、ハンガリー、ポルトガル、アルゼンチン、台湾、香港 各1

わが国よりは、前記3名の派遣者のほか次の5名が出席した。

三菱重工業長崎造船所 柴田 実
日本防蝕工業株式会社 大田 元久
中国塗料株式会社 井村 博之
大日本塗料ニューヨーク事務所 Y. Kida
京都大学木材研究室 角田 邦夫

c 会議プログラム

第一日 開会の辞につき Dr. F. L. LaQue (International Nickel Co.) の技術基調講

演「腐食と汚損」が行なわれた。

その後、合同会議として次の分野の発表があつた。

1. 船底状況と航海経済、及び塗料木材の生物障害
2. 腐食と生物との関係

第二日 以後は、腐食部会(C)と汚損部会(F)に分れてそれぞれ別の会議場で各国の研究者より約70のテーマについて発表があつた。各講演は、英語又は仏語によつて行なわれ英仏語の同時通訳が実施され、各講演後には十分の時間をとつて活発な質疑応答がなされた。詳細は会議要約を参考されたいが、各会議の議題は次のとくである。

第二日	3 C 表面処理と塗膜	3 F 表面状況と微生物汚損
	4 C 電気防蝕及びコンクリート	4 F 着生機構
第三日	5 C 銅合金	5 F 汚損生物生活史
	6 C 熱交換器・脱塩装置	6 F 穿孔生物生活史
第四日	7 C 基礎研究	7 F 汚損群集の構造と力学
	8 C 深海材料及構造物の腐食	8 F 汚損対策

わが国からの研究発表は次の2件である

- 馬渡 静夫 防汚毒物と塗膜の新検定試験法について
柴田 実 電解海水を利用した船殻防汚システムについて

会議中とくに印象に残つたことを列記すると次のとおりである。

- (1) 船喰虫の研究発表が多いのが意外であつたが、防水壁、木船、港湾施設などに対してアメリカにおける木材の海中利用が極めて多いことを示している。(米海軍の見積り額年間5000万ドル) その内容は海洋における木材保護の基礎研究が中心である。
- (2) 海藻類の基礎研究では、Dr. Betty Moss の「海藻汚損の際の塗面のブレークタウンに関する観察」が、走査型電子顕微鏡による附着時の立体的スライドとともに注目を浴び興味が深かつた。その他生物学的研究のスライドには同法によるスライドが多用されている。一般にバクテリヤ、硅藻によるスライムの問題、生活史、着生機構などについての基礎研究の発表が極めて多かつたことも印象的であつた。また、防汚に対する生物学の寄与のあり方についての論議が行なわれた。
- (3) A/F 以外の防汚法については、D. Straughan (南カリフォルニア大学) が「熱帯オーストラリアにおける冷却水系の防汚」につきの効果を、その量、時機、流水等の影響について説明、D. C. Ma

-ngu (ダウケミカル) の「脱塩装置の防汚について」で、Cu-Niシーティングが有効であるとの発表があつた。

また、柴田実（三菱重工）の講演では、米海軍が興味をもち質問が多くみられた。

(4) 改良法の関係では、van Londen (ヘンペル マリンペイント) の「船殻外板面状態の重要性とその改良法」で、Hydron 添加による抵抗の低下を計ることが発表された。

(5) A/F テスト法の改良関係では、F.H.de la Coupt (TNO) の「A/T テストに関連したフジボ幼虫の生態学的研究」で、現行の成虫の外観観察ではなく、幼虫の致死率を計る研究や、R.J. Dick (バッテルコロンブス研究所) 「A/F マリンコーティングの比較試験法」で、次のことを述べているのが興味深かつた。

(1) 現在は、2年 Life であるが 5 年 Life を目標にしている。

(2) 試験法は、動的 (ロータリードラム法) と静的 (試験筏法) とを組み合せている。

(3) 組合せ 動的 5 サイクル (1 サイクル = 22 ノット 2ヶ月 休 1ヶ月)
静的 24 ヶ月

(4) 18 塗料内容 材料 (鋼、アルミ合金、ガラス繊維)

プライマー (ワープ、アルミダスト焼付)

A/C (Vinyl Red Lead, Polyester Flamed Glass, Self Cure, Post
Cure Zn Silicates, Epoxy, H B Vinyl, Epoxy Coal tar,
Cl-Rubber)

A/F (Rosin Vinyl, Rosin Fish oil, Epoxy-Tar, Cl-Rubber)

毒物 (Cu₂O, Cu(OH)₂, 有機錫化合物, 有機鉛)

(6) 全般的に米海軍の力の入れ方が目立つた (所属 8 研究所が取扱っている)。

また塗料、金属、化学等の会社の研究陣が高度の基礎研究を実施してこのような会議に発表を行なつてゐること、派遣出席者も多く、最新の知識の吸收に熱心であることも印象的であつた。そして結論的に言えば、研究がすでに国際的規模と視野に立つて着実に進められている実態をよく伺うことができた。

d、委員会にわが国が参加するための調査

今回の会議にわが国より参加したのは、今後各国よりの技術情報を得るためにも、委員会に参加することを検討することが必要であるとされたからであり、このため事前に日本造船研究協会より、パリの委員会事務局に連絡をとり、国際会議の間に短時間ではあつたがロマノフスキイ委員会議長、アン事務局長とも会談した。

その結果、委員会に関する各種資料を得、またわが国の参加は委員会として歓迎するとの回答があつた。

その際、日本造船研究協会が研究所として参加の資格があるかどうかを質したが、他の例もあり、メンバーとしての資格には差支えないことを確認することができた。

参加の有無は、帰国後決定の上委員会に回答することとした。

e、その他

(1) 國際会議に関連して、レセプション 2 回、宴会 1 回が会議本部となつてゐたワシントンのシェラトン

パークホテルで開催された。

(2) 見学

三好は、Woodshole Oceanographic Inst. University of Miami, Scripps Institute of Oceanography 等を訪問し、見学と意見の交換を行なつた。

馬渡は、大西洋岸ではマイアミの米海軍依託筏試験を視察し、ウズホールにおける深海調査のすゝめ方、ダクスバリーにおける穿孔動物防除研究、ハーバード大学におけるフナクイムシの世界的研究を見学した。また太平洋岸では南加大学、スクリップス研究所、ポートワニミの Naval Civil Engineering Laboratory カリフォルニア・アカデミーの各地での海洋開発研究状況を視察し、各研究者と意見の交換を行ない帰途ホノルルのビショップ博物館に立寄つて研究資料を調査した。

(3) この会議中集収した文献は添付資料(ハ)のとおりである。

4. 結論

以上、今回の国際会議に出席して感じたことは、前述のように船舶の防食・防汚に関し各国とも高度の基礎研究をもとに活発な研究発表を行なつてゐること、および研究が国際的な規模と視野に立つて着実に進められていることが強く印象づけられた。

今後わが国としては、現在進めている船舶の防食・防汚の研究のためにも積極的に委員会にメンバーとして参加し、情報を獲得する必要があるものと考えられる。

CONVENTION
ESTABLISHING THE PERMANENT
INTERNATIONAL COMMITTEE FOR RESEARCH ON THE
PRESERVATION OF MATERIALS IN THE MARINE ENVIRONMENT

INTRODUCTION

Since 1955 the Group of Experts on the Preservation of Materials in the Marine Environment has developed and implemented a co-operative research programme grouping laboratories from 17 Member countries. The scope of this research is so vast that it is essential to establish close liaison between research workers in different countries. Ships travel in all seas of the world, and a thorough knowledge of environmental conditions can only be acquired through international co-operation. The value of such co-operation needs no emphasizing and is proved by the results of the tests already completed. However, many other research problems still remain to be investigated. In view of the intention of the Committee for Research Co-operation to cease giving administrative assistance to this programme, in accordance with its policy of providing aid for an initial period only, the Group of Experts has expressed the desire to continue its co-operative work on the preservation of materials in the marine environment in a Permanent International Committee which would group all laboratories wishing to be associated in the future programme - the Committee might thus include laboratories in both Member and non-member countries. Although the O.E.C.D. is unable to provide any direct administrative help, the Permanent International Committee may ask to establish close working relations with the O.E.C.D. and may submit its annual programmes prior to asking for O.E.C.D. patronage.

The aim of the Committee will be to promote and carry out research on the preservation of materials in the marine environment. Among the various forms of action to be pursued for this purpose may be mentioned the following:

Exchange of information

As the Preservation of Materials in the Marine Environment covers various scientific disciplines, the relevant literature is scattered throughout a great number of journals and periodicals. The documentation is therefore particularly complex and no facilities are as yet available which cover the whole field systematically. One of the Committee's most important tasks will therefore be to review existing facilities in specific areas of interest and gradually build up complementary services to meet the Committee's general requirements.

Co-ordination of research

The Committee will also have to co-ordinate the research done by participating laboratories to avoid duplication of effort. Fields for research will be identified at the annual plenary meetings of the Committee's General Assembly or at the meetings of any subsidiary bodies which are set up by the General Assembly as and when appropriate.

Co-operative research

Co-operative research programmes have been conducted by the O.E.C.D. Group over a number of years and will be continued by the

Committee. The members of the O.E.C.D. Group have been accustomed to this mode of work and have developed a spirit of goodwill and understanding which the Committee intends to maintain. The programmes on fouling and corrosion will be continued, together with the preparation of a catalogue on fouling organisms, the work on cathodic protection and the leaching of paints. The work of the Committee will not be restricted to the protection of ships but will include the preservation of all materials in the marine environment, e.g. wood, cement, textiles, etc. The results of the research will be freely available to all members, and when appropriate be published with the consent of all members.

International congresses

Although the principal activities of the Committee will be to co-ordinate documentation and research and to implement practical co-operative research programmes, as mentioned above, it will at regular intervals (three to four years) invite one of its members to organise an international congress under the general supervision of the Committee. These congresses will be open to all researchers working on the preservation of materials in the marine environment, and each will be devoted to specific aspects of the problem. The first congress of this kind, organised in 1964, was attended by 350 participants and enabled views to be exchanged on important new research developments, often the result of individual work which otherwise might not have been brought to the attention of all research workers. Although such congresses will not necessarily lead to co-operative research programmes, they may in fact result in the identification of topics suitable for co-operative or co-ordinated action.

Technical relations

The Secretariat of the Committee will not merely maintain effective liaison between members by correspondence but will above all continue to maintain personal contacts between specialists engaged in similar work in different member laboratories.

The Secretariat of the Committee will handle the technical arrangements in this respect, i. e. meeting rooms, translation, interpretation and distribution of papers. The Committee may also organise visits for member and non-member laboratories to laboratories of particular interest in other countries.

CONVENTION ESTABLISHING THE PERMANENT INTERNATIONAL COMMITTEE
FOR RESEARCH ON THE PRESERVATION OF MATERIALS
IN THE MARINE ENVIRONMENT

The Korrosionscentralen (Denmark), the J.C. Hempel's Skibs-farve-Fabrik A/S Central Laboratoriet (Denmark), The Centre de Recherches et d'Etudes Océanographiques (France), The Institut de Recherches de la Construction Navale (France), The Institut de Recherches de la Sidérurgie Française (France), The Physical Laboratory of the National Technical University of Athens (Greece), The Centro per lo Studio delle Corrosioni Marine dei Metalli (Italy), The Central Laboratory T.N.O. (Netherlands), The Netherlands Ship Research Centre T.N.O., The Paint Research Institute T.N.O. (Netherlands), The Centro Nacional de Investigaciones Metalurgicas (Spain), The Institut des Recherches Industrielles (Greece)

(hereinafter referred to as the "Signatories")

WISHING to continue and develop the international co-operative programme of research on the preservation of materials in the marine environment initiated in 1955 and since pursued first under the Committee for Applied Research of the O.E.C.D.

IN COMPLIANCE with the wish, as expressed by the Committee for Scientific Research of the O.E.C.D. at its 13th Session held from 11th to 14th May, 1965, that co-operative research on the preservation of materials in the marine environment might be continued outside the O.E.C.D.;

WHEREAS the above Programme has confirmed the value attached by a number of countries to continue research in this field on a permanent basis;

WHEREAS the Signatories have notified their intention of participating in the Technical implementation of a joint research programme;

WHEREAS the French Centre de Recherches et d'Etudes Océanographiques has offered to provide facilities for a Secretariat of the Permanent International Committee, as provided hereunder by the Signatories;

HAVE AGREED AS FOLLOWS:

Article 1
CONSTITUTION

There is hereby established between the Signatories a Permanent International Committee for Research on the Preservation of Materials in the Marine Environment (referred to hereinafter as the "International Committee").

Article 2
FUNCTIONS OF THE INTERNATIONAL COMMITTEE

The functions of the International Committee shall be to continue and develop, among present and acceding Signatories, the relevant co-operative action initiated within the Committee for Scientific Research of the O.E.C.D., to arrange for the periodic organisation of international congresses on the preservation of materials in the marine environment, and in particular to:

- (i) promote the exchange of technical information concerning research undertaken on the preservation of materials in the marine environment;
- (ii) harmonize the joint research programmes undertaken by the Signatories;
- (iii) facilitate co-operation among Signatories desiring to undertake research on specific subjects;
- (iv) periodically organise international congresses on the preservation of materials in the marine environment;
- (v) facilitate the dissemination and application of research results; and
- (vi) undertake any other action likely to facilitate the performance of its functions.

Article 3
GENERAL ASSEMBLY

- (a) The tasks assigned to the International Committee shall be implemented by a General Assembly (so-called Plenary Session) composed of Delegations each appointed by a Signatory.
- (b) The General Assembly shall
 - (i) annually approve the joint research programme, appoint technical secretaries for the programmes of work, and take any decision in respect of the division of work among the Signatories wishing to take part;
 - (ii) decide on the organisation of periodic international congresses and conferences, assign their preparation to a country wishing to undertake this task, and supervise its execution;
 - (iii) every five years elect from among its members its Chairman and two Vice-Chairmen, who shall be of different nationalities and who shall be re-eligible;
 - (iv) settle upon its own Rules of Procedure.
- (c) The General Assembly shall meet at least once a year at the invitation of its Chairman.
- (d) Except as provided under articles 9 (b) and 12 (c), decisions of the General Assembly shall be taken by a two-thirds majority of the votes cast, each of the Signatories having one vote. Decisions involving commitments by one or more Signatories shall not however be taken without the assent of the Signatory or Signatories concerned.

(e) The General Assembly may set up such subsidiary bodies as it considers to be required for the fulfilment of its tasks.

Article 4

OFFICERS

(a) The Officers of the General Assembly (hereinafter referred to as "the Officers") shall consist of the Chairman, the two Vice-Chairmen, the retiring Chairman and a representative of the Secretariat.

(b) The Officers shall assist the General Assembly in the fulfilment of its tasks, and between meetings of the General Assembly shall see that the joint programme is appropriately carried out.

(c) The Officers shall meet as often as they consider necessary.

(d) The Officers shall be vested with the powers expressly conferred by the General Assembly.

Article 5

SECRETARIAT

Facilities for the Secretariat of the General Assembly shall be provided by the Centre de Recherches et d'Etudes Océanographiques at La Rochelle (France).

Article 6

RELATIONS WITH THE ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT

(a) The International Committee shall establish relations with the Organisation for Economic Co-operation and Development (hereinafter referred to as the "O.E.C.D.").

(b) It shall annually submit a report on the general progress of work to the O.E.C.D. to which it shall also communicate its programme concerning the coming year for information.

(c) A representative of the O.E.C.D. may attend the meetings of the General Assembly and of all its subsidiary bodies in an advisory capacity.

Article 7

RELATIONS WITH OTHER INTERNATIONAL ORGANISATIONS

The International Committee may also establish such relations with other international organisations as will best promote co-operation consistent with their respective aims.

Article 8

ACCESSION

(a) Accessions to the Convention shall be decided in the General Assembly by unanimous vote of the Signatories present and voting.

(b) Notwithstanding the provisions of paragraph (a) above, the Convention shall however remain open to signature by members of the Group of Experts on the Preservation of Materials in the Marine Environment of the O.E.C.D. during one year from its coming into force.

Article 9

NON-COMPLIANCE WITH OBLIGATIONS

(a) Should a Signatory cease to comply with its obligations under the Convention, the General Assembly may deprive it of its rights and privileges as a party to the Convention.

(b) For the purpose of the present Article, decisions of the General Assembly shall be taken unanimously, but shall not require the assent of the Signatory concerned.

Article 10

WITHDRAWAL

Any Signatory may terminate the application of this Convention to itself by giving twelve months' notice to that effect to the Chairman of the General Assembly.

Article 11

DISSOLUTION

By unanimous consent, the Signatories may dissolve the International Committee in accordance with its Rules of Procedure.

Article 12

AMENDMENT PROCEDURE

(a) Any Signatory may submit proposals to the General Assembly for amendment of the Convention;

(b) The Officers shall circulate such proposals to the Signatories at least three months before the meeting at which they are to be considered by the General Assembly;

(c) Any amendment to the Convention shall be decided in the General Assembly by unanimous vote of the Signatories present and voting.

Article 13

COMING INTO FORCE

(a) The Convention shall come into force upon being signed by five Signatories of different nationalities.

(b) The Convention shall be deposited with the Secretariat.

(c) As soon as the Convention comes into force, the Secretariat shall convene the first meeting of the General Assembly.

Activities of the Comite International Permanent
pour la recherche sur la préservation
des matériaux en milieu marin

by
Anne WODON
General Secretariat

The Committee was set up on 1st December, 1966 when the convention between the countries having agreed to take part in the activities of the new Committees was signed. It was thus continuing the work undertaken by the O.E.C.D. Group of Experts on the Preservation of Materials in the Marine Environment(1). Since October 1968 the Committee is sponsored by the O.E.C.D.

ADMINISTRATIVE ORGANIZATION.

a) Composition of the Committee.

The Committee is composed of 3 categories of members, namely the founder members, the active members and the associate members. Observers from national and international organizations may also attend some meetings of the Committee.

The founder members are those who have taken part in the activities of the O.E.C.D. Group of Experts and have signed the Convention establishing the Committee on 1st December, 1966.

The active members are those whose application has been approved by the Committee since December 1966 and who commit themselves to carry out at least part of the co-operative research agreed upon by the Committee.

The associate members are those who may not have to take an active part in the research but participate in bringing their ideas, suggestions and informing on their own research. They are also those who may have to make use of the economically important co-operative research.

Only laboratories are members of the Committee, persons are not. The Committee is restricted in principle to 6 members per country. Purely commercial organizations or companies cannot become members. They have to possess research facilities and a scientific qualification.

b) Members.

The member laboratories of the Committee do not only cover the O.E.C.D. member countries but countries from all over the world. The 13 countries represented to the Committee by the 31 members laboratories are: Argentina, Canada, Denmark, France, Germany, Greece, Israel, Italy, The Netherlands, Spain, United Kingdom, United States and Sweden. Applications from Australian and Norwegian laboratories are being discussed.

(1) See Bulletin de Liaison du Comite № 1 : Travaux du Centre de Recherches et d'Etudes Océanographiques (octobre 1969).

c) Financing.

During the first two years (1967 and 1968) the expenses of the General Secretariat have been covered by the French Government through the "Centre National pour l'Exploitation des Océans" (CNEXO) but, since 1970, the founder, active and associate members have to pay an annual subscription the amount of which is fixed every year on the basis of the expenses of the Secretariat during the previous year. In 1971 the subscription was amounting to F.F.1,000.

d) Structure.

1. The Plenary session.

The Plenary Session is composed of all members who are divided into groups, one group per country. Each member is generally accompanied by experts whose qualification depends on the agenda. The Plenary Session meets at least once a year on the invitation of its Chairman.

2. The Executive Committee

The Executive Committee of the Permanent International Committee is composed of the Chairman, the two vice-Chairmen, the retiring Chairman, and a representative of the General Secretariat.

3. The Secretariat.

The Secretariat of the Committee is entrusted to the Centre de Recherches et d'Etudes Océanographiques, Paris (France).

e) Function and procedure.

1. Function.

The function of the Committee is to carry out and promote among members the co-operative research and set it in an economic framework. Its function is also to arrange for the periodic organization of international congresses on marine corrosion and fouling.

2. Procedure.

The Executive Committee assists the Chairman and the General Secretariat in the fulfilment of its tasks and sees that the joint programme is appropriately carried out. The Executive Committee meets as often as it considers necessary.

The Plenary Session discusses, agrees and annually approves the joint research programme. It decides on the periodic organization of international congresses, assigns their preparation to a country wishing to undertake this task and supervises its execution. Every five years it elects from among its members its Chairman and two Vice-Chairmen who are of different nationalities and are re-eligible. It settles upon its Rules of Procedure.

The decisions of the Plenary Session are taken by a two-thirds majority of the votes cast, each of the member laboratories having one vote. Nevertheless an unanimous vote is required when there is an amendment procedure or the exclusion of a member who has not complied with his obligations.

f) Activities.

1. The Plenary Session.

The meetings of the Plenary Session are held in the various countries of the Committee on the invitation of one of its members. The meeting is jointly organised between the inviting country and the General Secretariat of the Committee. Simultaneous translation into French and English, the two languages of the Committee, is provided at the Plenary Sessions.

Since it was set up in December, 1966 the Committee met 9 times in Plenary Session. The first meeting was held at the O.E.C.D. in Paris on 20th April, 1967. The other meetings took successively place in:

- La Rochelle (France), on 5th and 6th October, 1967.
- Paris, on 25th and 26th March, 1968.
- Athens, on 18th and 19th September, 1968.
- Genoa, on 27th, 28th and 29th March, 1969.
- The Hague, on 22nd, 23rd and 24th October, 1969.
- Madrid, on 27th, 28th and 29th May, 1970.
- Portsmouth, on 11th 12th, 13th and 14th May, 1971.
- La Rochelle, on 25th, 26th, 27th and 28th January, 1972.

2. Working Groups.

The co-operative research the programmes of which are drawn up and approved by the Plenary Session is divided and shared out between various working groups. At the present time there are 9 working groups dealing with: cathodic protection, methods of testing antifouling paints, biology of fouling, wood in marine environment, offshore problems, boot-top area, stray currents, surface conditions before and after application of paints and marine pollution. Work is thus conducted simultaneously in various laboratories. The test rafts of these laboratories, located in different environments, are put at the disposal of the Committee members for co-operative research.

The co-operation is also undertaken by enquiries to shipyards, ship-owners, oil companies operating offshore installations and paint manufacturers.

The results of the co-operative research are published by the Committee.

3. International congresses.

The organization of the Third International Congress on Marine Corrosion and Fouling, which will be held from 2nd to 6th October, 1972, has been entrusted to the United States. The organization of the Fourth Congress has been entrusted to Greece. The congresses on marine corrosion

and fouling are held every four years. The first one took place at Cannes (France) in June, 1964 and the second one at Athens in September, 1968.

The Permanent International Committee acts as the International Scientific Committee of the Congress on Marine Corrosion and Fouling. This Scientific Committee is chaired by the Chairman of the Committee.

SCIENTIFIC ACTIVITIES.

Contrary to many other international organizations the role of the Committee is to undertake co-operative research, analyse and publish the results. To this effect it has at its disposal laboratories and testing stations located throughout the world. The work undertaken by the Committee is not usually directed towards fundamental research but it has great economic importance in that it enables savings to be made in the high cost of the fight against corrosion and fouling(1).

The co-operative research the programmes of which are corresponding with the national programmes of the member laboratories, is divided and shared out between various working groups. At the present time 9 groups are working within the Committee. The programme of these groups is discussed and agreed by the Plenary Session. A part from their meetings held during the Plenary Sessions the working groups may, if necessary, hold meetings at any other period in the place of their choice. The chairmen of the working groups keep the Chairman of the Committee and the General Secretariat continuously informed of their activities and report on these at the Plenary Sessions in the presence of all members. The working groups have no administrative role to play in the Committee's work. Their activities are strictly restricted to scientific and technical problems.

The 9 working groups are as follows:

1. Cathodic protection (chairman: Dr. de la COURT, Netherlands).
2. Methods of testing antifouling paints (chairman: Dr. MOR, Italy).
3. Biology of fouling (chairman: Dr. RELINI, Italy).
4. Wood in marine environment (chairman: Dr. GARETH JONES, United Kingdom).
5. Offshore (chairman: Dr. ROMANOVSKY, France)
6. Boot-top area (chairman: Mr. VAN LONDEN, Denmark).
7. Stray currents (chairmen: Dr. DETERMANN, Germany and Mr. DECHAUX, France).
8. Surface conditions before and after application of paints (chairman: Mr. BARRILLON, France).
9. Marine pollution (chairman: Mr. JEWETT, United States).

PROGRAMME BEING CARRIED OUT BY THE WORKING GROUPS.

The programmes of the working groups and the results they achieved are only briefly outlined in the present report as the results of each working group form the subject of a detailed report published either in the Liaison Bulletin or in specialized publications.

(1) See Bulletin de Liaison du Comité N° 1.

1. Cathodic protection.

In testing paints to be used when cathodic protection is applied for preventing the corrosion of steel immersed in the sea, it is necessary to control the conditions closely if reproducible results are to be achieved. Ten member laboratories of the Committee have taken part in experiments intended for establishing the degree of reproducibility of a testing method. Three paints were examined by the group. The shotblasted steel panels were prepared by the Central Dockyard Laboratory, Portsmouth and sent to the participating laboratories, namely one laboratory in Sweden, two in Greece, one in Denmark, one in Italy, one in the Netherlands, one in Germany, one in Spain, one in Argentina and the Portsmouth laboratory.

The co-ordination of the results of these tests is presented in a report drawn up by the Central Dockyard Laboratory. The results showed a poor reproducibility. It was not possible from the experiments to get an insight into the repeatability of the method. The working group has therefore decided to continue the investigations with some types of paints but under more strictly standardized conditions. The painted panels were again made available by the Central Dockyard Laboratory. The tests at the ten participating laboratories have started at the end of 1971. They are to be carried out for six months.

Many subjects will still have to be investigated by the group, in its future programme, before arriving at a repeatable and reproducible method.

2. Methods of testing antifouling paints.

The second series of tests for controlling the leaching rate of one paint only is terminated. (The first series is described in the Bulletin de Liaison du Comite, n° 1.) The objective of this co-operative work was to determine, for each station, the relationship existing between the leaching rate, the rate of loss during storage and the antifouling action. The data yielded by two laboratories of the United Kingdom, one of the Netherlands, the stations of Sweden-Norway and the Genoa laboratory proved that the results were similar when the differences of hydrological parameters of each station and the different weights of paint applied to the panels were considered.

The group has drawn up a new joint research programme meant for testing the behaviour of an organotin antifouling paint as well as that of a copper base paint. Two types of experiments will be carried out: velocity ageing experiments and tests on films which will then be studied with the help of chemical, physical and biological methods. Five laboratories will take part in this programme: one laboratory in the United Kingdom, one in Denmark, one in the Netherlands, one in France and the Genoa laboratory.

3. Biology of fouling.

The results of the ecological studies carried out by this working group during the years 1968-1970 are presented in this same Bulletin de Liaison du Comite.

The group of biologists is also working on the algal problem. The aim of the co-operative research programme is to determine the various species of fouling algae that foul submerged structures, their geographical distribution, seasonal occurrence and period of reproduction.

The group is also continuing the publication of a Catalogue of the Main Marine Fouling Organisms that includes various volumes. This Catalogue is very successful. A volume on the barnacles, a volume on the polyzoa, a volume on the serpulids and a volume on the ascidians have already been published. At the present time a volume on the sponges has just been completed. A volume on the molluscs is being prepared. A volume on the algae, a volume on the hydroids and a volume on the amphipods will also be published.

4. Wood in marine environment.

The group has already carried out a number of research projects. The results of a co-operative research programme, undertaken in 23 stations in order to determine the various species of marine borers and fungi that attack the wood submerged in sea water, are going to be published this year in "Material and Organismen".

A Handbook of some 360 pages on the Workshop held in Portsmouth from 27th March to 2nd April, 1968 has just been published. During this workshop research techniques and the results achieved in the field of fouling organisms, fungi and marine borers were presented by different experts. The Workshop was jointly organized by the Permanent International Committee for Research on the Preservation of Materials in the Marine Environment and the O.E.C.D. which kindly accepted to publish the results.

A review of work on the biodeterioration of timber in the sea by members of the group has been published in late 1970 in the International Biodeterioration Bulletin.

At the present time the group devotes its activities to the study of two test procedures: the preservation of wood in the sea and testing timber with natural durability against marine borers, the latter having to start in March, 1973.

5. Offshore.

Corrosion and fouling problems have an increasing importance in submerged installations. This is why the Committee approved the setting up of a working group devoted to studying those problems. This group met for the first time during the 7th Plenary Session of the Committee. As considerable means are required for undertaking such studies, the group decided to use, as far as possible, the logistics of the Navy and the oilmen. The general testing programme involves the immersion, at mean and great depth, in sites particularly representative of the environment, of metallic panels for corrosion studies, inert panels so as to determine the nature and abundance of fouling, wood panels and various other materials such as plastics, etc. The materials to be submerged are selected taking into account the fact that they might be used in future for real structures.

At the present time the United States, Greece, France and the United Kingdom accepted to take part in a co-operative programme which has to

start in April, May or June of this year, according to the countries. Italy and the Netherlands also participate in the research but work in close collaboration with their Navy.

6. Boot-top area.

The results of an enquiry conducted by Denmark to shipowners, shipyards and paint manufacturers having shown that the boot-top area poses very special corrosion and fouling problems, this working group was set up during the 8th Plenary Session of the Committee held in May, 1971.

At the present time the group has discussed the possibility of undertaking a broad co-operative programme which would involve inspection of ships in practice, practical tests on ships, raft tests, laboratory tests and potential measurements. So far, in addition to Denmark, five laboratories are ready to co-operate: two laboratories of Canada, one of Greece, one of the United Kingdom and one of Sweden. A laboratory of the United States is also very interested in the problems raised by the group.

7. Stray currents.

At the request of Germany it was decided, during the 6th Plenary Session of the Committee, to set up a working group relative to the influence of stray currents in ports on shipbottom corrosion.

In order to gather the maximum data on damages caused by stray currents, the group has first conducted an enquiry to shipowners and shipyards. After analyzing the replies, a method meant for measuring the importance of stray currents in shipyards was determined and a recommendation for preventing corrosion by stray currents, worked out for shipyards and shipowners. At the present time a proposal for a co-operative research programme is being drawn up by the chairman of the group. The laboratories interested in taking part in the research are, in addition to Germany, one laboratory of Spain, one of Italy, one of Greece, two of Denmark, one of the United Kingdom, one of France.

8. Surface conditions before and after application of paints.

This new working group of the Committee was set up during the 8th Plenary Session, a co-operative research programme on this subject being corresponding with the national programmes submitted by the member laboratories.

The countries interested in problems posed by surface conditions of plates and coatings are the Netherlands, Greece, Spain, the United States, Italy, Germany, the United Kingdom and France.

An enquiry on two research subjects has been conducted to the members of the working group:

a) Study of the electrochemical potential of plates and contaminants of these; influence of potential differences and contaminants on the subsequent corrosion of plates and on paint behaviour.

b) Roughness study of new or painted plates and roughness influence of painted plates on skin friction on ships' hulls. The problem of the frictional coefficient of paints has a great economic importance.

At the present time the group has not yet drawn up any co-operative research programme. Before establishing such a programme the group goes

on gathering together precise and detailed information on the work already carried out in the various fields covered by the enquiry.

9. Marine pollution.

This new working group of the Committee was also set up during the 8th Plenary Session this research being corresponding with the national programmes of various member laboratories.

A very detailed enquiry meant for determining which were the main subjects of interest has been conducted to the Committee members. Various laboratories of eight countries replied to the questionnaire. These countries are: France, Italy, Greece, the Netherlands, Canada, the United States, the United Kingdom and Spain. The greatest interest was shown for determining the extent of pollution produced by antifouling compounds. The other replies were in favour of research on indications of pollution, the fate and impact of pollutants, heavy metals, chemicals, ocean dumping of sewage, thermal pollution and oil pollution.

Marine pollution being such a broad and important problem, but a bit too "in" at the present time to often give rise to serious scientific results, the group decided to restrict its activities to a detailed co-operative study of one and well determined subject. It was thus agreed that, as an initial effort, a study of the effects of copper resulting from antifouling paints be undertaken. The effects and fate of copper in the marine environment, particularly in a land locked harbour will be studied. With a view to determining the copper content of sea water, sediment and sessile marine flora and fauna, the group agreed to establish a standardized calorimetric system and study a programme outlining sampling procedures.

ENQUIRY ON TESTING STATIONS

In 1964 the O.E.C.D. published a work entitled: "Hydrological and Biological Conditions in Testing Stations" which provided very interesting data on characteristics of testing stations and hydrological and biological conditions prevailing at the station. This work had been published on the initiative of the O.E.C.D. Group of Experts which has now been taken over by the Permanent International Committee for Research on the Preservation of Materials in the Marine Environment.

This publication is not any more up-to-date. Some rafts have indeed been modified or do not exist any more while new ones are now in operation. The Committee therefore decided to conduct an enquiry all over the world in order to place on records corrosion and fouling stations. Questionnaires have been sent to this effect almost everywhere in the world. This enquiry is now near completion. The Committee will draw up and publish this year a new report on testing stations.

集 収 文 献 リ ス ト

1. Convention - Establishing the Permanent International Committee for Research on the Preservation of Materials in the Marine Environment.
2. Travaux De Centre De Recherches Et d'Etudes Oceanographiques.
3. Record of the 9th Plenary Session.
4. Comite International Permanent pour la Recherche sur la Preservation des Materiaux Milieu Marin.
5. Plastic Film Coatings - Marine Fouling and Corrosion Prevention (J. S. Muraoka, Naval Civil Engineering Labo.).
6. Deep - Ocean Biodegradation of Materials (J. S. Muraoka).
7. Effects of Marine Organisms (J. S. Muraoka).
8. U. S. Naval Civil Engineering Laboratory, Port Hueneme, Annual Report, 1971 - 1972.
9. Scripps Institution of Oceanography, Annual Report, 1971 - 1972.
10. California Academy of Sciences, Annual Report, 1971 - 1972.
11. Catalogue of Standard Reference Materials, NBS Publ. 260 and Supplement.
12. The identification of wood boring crustacean. (Kuhne, H. 1971.)
13. The case of the proliferating punctata. (Wakeman C. M. and F. J. Steiger, 1966.)
14. Miami Marine Laboratory, 1970, Pile-gard Specification Sheet.
15. Something about the William F. Clapp Laboratories, Inc.
16. The Marine Laboratory, University of Miami, Report 60-1. Marine borer investigations 1960.
17. Record of the 7th Plenary Session C. R. P. M.
18. Record of The Meeting of The Working Group. C. R. P. M.
19. Administration and Organization of Research, First European regional seminar, O. E. C. D. Second European regional seminar, O. E. C. D. Third European regional seminar, O. E. C. D.
20. Co-operation in Scientific and Technical Research, O. E. C. D.
21. Hydrological and Biological conditions in testing stations in Europe, O. E. C. D.

22. Hydrological and biological conditions in testing stations outside Europe, O. E. C. D.
23. Marine Fouling, hydrological and biological co-operative research, O. E. C. D.
24. Effects of marine organisms.
25. Deep-ocean biodeterioration of materials, Pt. I - Pt. VI.
26. Bacteria at Oceansgraphic Stations off Southern California.
27. Relationship between marine fouling and corrosion rate of Carbon Steel and aluminum alloy at the surface and at 6000-feet depth.
28. Deep-ocean biodeterioration of materials - 6 months at 6000 feet.
29. Antifouling concrete - Preliminary report.
30. This is Batelle-Columbus.
31. Deep-ocean biodeterioration of materials.