

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

昭和 52 年 3 月

社 団 法 人

日 本 造 船 研 究 協 会

本研究は、5カ年計画の第5年度として各国の防汚資料に関する文献調査、藻類等の付着生物の分布、生態、季節的消長、船底汚損の実状調査、適切な防汚剤の探究、有効なる防汚塗料の試作、浸漬実験および実船実験を行ない、安全性の高い長期防汚塗料実用化の研究を行なったものである。

は し が き

本報告書は、日本船舶振興会の昭和51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。

第141研究部会委員名簿（敬称略、五十音順）

部会長	岡田正三	(大阪商船三井船舶)		
幹事	浅野隆平	(日本ペイント)	石井信夫	(日本郵船)
	大河内輝義	(防衛庁)	賀田秀夫	(東京商船大学)
委員	川島正一郎	(日本油脂)	木津圭二	(大阪商船三井船舶)
	小坂昌也	(東海大学)	坂本進	(日本ペイント)
	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)
	永野侃	(昭和海運)	馬渡静夫	
	宮嶋時三	(東京商船大学)	三好貢	
	森田静泓	(軽金属溶接技術会)	早稻田瑞秋	(中国塗料)
	渡辺精三	(日立造船)		
	阿部晃	(日立造船)	石川清	(鉄道技術研究所)
	石川浩	(カナエ塗料)	石田富之輔	(日本ペイント)
	上田研一	(海上保安庁)	内堀利也	(日本防蝕工業)
	大西正次	(日本アマコート)	小川信行	(日本ペイント)
	奥山孝志	(日本中型造船工業会)	片山勇	(出光タンカー)
	神例昭一	(住友重機械工業)	唐沢孝夫	(三光汽船)
	河島信久	(尾道造船)	岸野敏郎	(神東塗料)
	清田政明	(中川防蝕工業)	近藤忠夫	(日本造船工業会)
	坂本昭弘	(佐世保重工業)	嶋谷四郎	(三井造船)
	真田良	(日本船主協会)	末岡恒美	(飯野海運)
	鈴木省輔	(函館ドック)	高屋鋪尚史	(出光タンカー)
	竹本勲	(日本ペイント)	寺田泰治	(日本海事協会)
	長尾実三	(名村造船所)	中川敬三	(関西ペイント)
	中山久雄	(大日本塗料)	西川孝寛	(東亜ペイント)
	西田正孝	(大阪造船所)	二宮守之	(中国塗料)
	野口征生	(佐世保重工業)	服部堅一	(住友重機械工業)
	林俊行	(川崎重工業)	広田信義	(三菱重工業)
	藤井勝三	(白杵鉄工所)	藤敬輔	(石川島播磨重工業)
	真部恒吉	(山下新日本汽船)	丸山裕規	(三井金属鉱業)
	村上正三	(日本油脂)	山崎啓司	(日本鋼管)
山田光二	(新日本製鉄)	山本栄一郎	(三菱重工業)	
吉沢和彦	(海上保安庁)	吉田守男	(東亜ペイント)	

討議参加者

飯田 勇 (住友重機械工業)
石川 爽 (東亜ペイント)
内野 慎太郎 (日本造船工業会)
小沢 達 (鉄道技術研究所)
川路 正 (昭和海運)
佐々木 義昭 (日本鋼管)
土井 浩 (日本油脂)
服部 栄治 (佐世保重工業)
山口 隆史 (軽金属溶接技術会)
和田 功 (東京大学)

飯田 義男 (東亜ペイント)
井村 博之 (中国塗料)
太田 昭二 (三菱重工業)
梶山 俊 (佐世保重工業)
斉木 昇 (大日本塗料)
諏訪 伝司 (神東塗料)
二瓶 衛 (日本アマコート)
平井 靖男 (日立造船)
山口 忠義 (佐世保重工業)

目 次

1. 文献調査	1
1.1 昭和51年度文献調査	1
1.2 文献集の作成	1
2. 汚損生物の基礎的研究	2
2.1 汚損生物の分類、分布、季節消長に関する研究	2
2.1.1 各地浸漬板上に出現した付着生物	2
2.2 汚損生物の発生、着生、生理に関する研究	5
2.2.1 アルテミアの飼育の研究	5
2.2.2 クロレラの培養法の改良	5
2.2.3 アオサ、アオノリの培養	5
2.2.4 ヒビミドロの培養	6
2.2.5 海藻胞子の培養	6
2.2.6 シブリスの飼育	6
2.3 汚損の実態に関する研究	7
2.3.1 外航船汚損調査	7
2.3.2 連絡船船底調査	23
3. 新防汚剤探究の研究	28
3.1 生物検定法の研究	28
3.1.1 生物検定法の精度の向上に関する研究	28
3.1.2 生物検定法による薬物効果の検定	29
3.1.3 水槽溶出試験	29
3.2 各種防汚剤の安全試験	33
3.3 新薬物の試用試験	53
3.3.1 ロータリー試験の開発	53
4. 新防汚剤の試作研究	79
4.1 第2次新規防汚剤および第1次新規防汚剤の併用試験	79
4.2 第1次新規防汚剤の実船試験	89
4.3 第2次新規防汚剤の併用試験	93
4.4 番2次新規防汚剤の実船試験	94
4.5 考 察	95
5. 第14回防食防汚国際委員会年次総会並に第4回防食防汚国際会議、出席報告	130

1. 文 献 調 査

1.1 昭和51年度文献調査

昭和51年度の収集文献は150編である。

内訳は下記の通り。

(1) 生物の付着メカニズムに関する文献	8編
(2) 防汚剤の溶出機構に関する文献	4編
(3) 船底塗料の試験方法に関する文献	11編
(4) 船体の汚損、粗度と船速に関する文献	4編
(5) 船底塗料の配合、組成に関する文献	102編
(6) 安全衛生に関する文献	9編
(7) 付着生物に関する文献	8編
(8) その他	4編
合 計	150編

(馬渡委員収集分を除く、馬渡委員収集分は別途報告)

1.2 文献集の作成

5年間で調査収集した文献を項目別にまとめ、文献集(別冊)を編集することになった。

内容の概要は次の通り。

- (1) まえがき(目的、意義等)
- (2) 文献整理要領
- (3) 文献の利用方法(借出し、複写、複写費用等)
- (4) 文献(上記1.に示す項目別に分類する。)

(例)

4.3 船底塗料の試験方法に関する文献

KAXXX L.Chromy, W.Mlodziawska. Antifouling paint based on organotin compound. J.O.C. C.A. 51 494~498 (1968)

有機錫化合物のジチゾンを利用した比色分析について。

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 各地浸漬板上に出現した付着生物

前年度に発表した以後の浸漬板付着生物の季節的出現を簡略に表示しておく。(表2.1.1)

ほぼ2ヶ年にわたる観察の一覧であるが、この表を見ると、C、Dの記号に示す1975年7月以降の出現種が増加していることがわかる。即ち、ここ一兩年行政指導による海洋汚染物質投棄の規制がやや効を奏してか、水質汚染の進行が停止して本来の海水状況に戻って来たことがわかる。

この傾向は恐らく今後継続し、再び悪化の途に急進することはないと思われるので、今後各地浸漬場の付着生物の種類数は増加するものと思われる。従って船底に出現する種類、とくに動物種の数が増加することを覚悟する必要がある。また、ヨーロッパフジツボとアメリカフジツボについては数年前に見られたような爆発的増加は一応停止した感がある。このことは、移入両種ともその海域の在来種との競争の段階を終了し、その地に定着するとともに在来種とほぼその力関係に一定のバランスを保つようになったものと考えられる。

従って、今後在来種と移入種との多少の増減はあるとしても、ほぼ現在の状況をいちぢるしく変ずることはない。もちろんこのことは移入種がすでにもう日本産種としての定常の位置を確保したわけであるから、これの船底への着生は恒常化するものと考えらるべきであろう。

表 2.1.1 浸漬地出現種

A(1974.6~12) B(1975.1~6) C(1975.7~12) D(1976.1~6)

種名		地点							
		追浜	油壺	清水	鳥羽	相生	宮島	長崎	舞鶴
原	エダツリガネムシ			A B C	A B	B C D	A B	A B	B C D
海	クダエダカイメン			C D					
	ナミイソカイメン			B C			B C		
腔腸動物	フタエキザミ					B D		B D	
	ベニクダウミヒドラ	B C				A~D	D		
	ヤセエダウミヒドラ					C	C		B C
	フサエダウミヒドラ	B				B C	C D	B~D	B C
	ヒメエダウミヒドラ		C D				C D	C D	C D
	フサユップガヤ		C D	B C	C	B C	C D	C D	C D
	ヒメウミュップ		C	B D				C	
	エダウミュップ	B	B C	B-D	C	B-D	B-D	B-D	B-D
	フサウミュップ		A						
	エダフトオベリヤ		B					B・C	
環形	ヒラタオベリヤ		B-D				B-D		
	タテジマイソギン			A-D	A-D	A-D	A-D		
環形	カサネカンザシ	A-D	A-D	A-D	A-D	A-D	A-D	A-D	A-D
	ウズマキゴカイ	A-C	A-C	A-C	A-C	A-D	A-D	A-D	A-D
触手動物	ヒラハユケムシ			B-D	C D	C D	C D	B-D	C D
	トゲヒラユケムシ		C D	C D	C D	C D	C D	C D	C D
	アミメヒダユケムシ		B	B D	B D	B D	B D	B D	B D
	シロアミユケムシ		C D			C D	C D		
	アサユケムシ	A-D	A-D	A-D	A-D	A-D	A-D	A-D	A-D
	ナギサユケムシ	A-D	A-D	A-D	B D	A-D	A-D	C D	A-D
	ホソフサユケムシ		A-D			A-D	A-D	A-D	A-D
	チゴケムシ		C D		A-D	C D	A-D	D	B D
	モングチユケムシ		C		C		C		
	ユブヒラコケムシ		D		D	D	C D	C D	D
ユブコケムシ		C D	C D	C D	C D	C D	C D	C D	
軟体	ムラサキイガイ	C D	C D	C D	C D	A C D	A C D	C D	C D
	ヒバリガイモドキ					D	D	D	D
	その他	C	C D	D	D	C D	C D	C D	C D

種名		地点							
		追浜	油壺	清水	鳥羽	相生	宮島	長崎	舞鶴
節足動物	タテジマフジツボ	A-D							
	サラサフジツボ				CD		CD		CD
	シロスジフジツボ				CD		A-D		
	サンカクフジツボ		A-D	CD	A-D	A-D	A-D		
	アカフジツボ				CD	CD		A-D	
	アメリカフジツボ		A-D						
	ヨーロッパフジツボ	A-D	A-D		A-D	A-D	A-C	A-D	A-D
原素動物	シロボヤ			A-D	CD	A-D	A-D	A-D	A-D
	ユウレイボヤ		A-D	A-D	CD	A-D	A-D	CD	CD
	ミダレキクイタボヤ		A-D			CD	A-D	A-D	CD
	アカイタボヤ		A-D	CD	A-D	CD	A-D		A-D
	シロイタボヤ					CD	CD		CD
	アラレボヤ		CD					CD	
	ネンエキボヤ		B-D	CD	A-D	A-D	A-D		A-D
その他	端脚類棲管			B-D	B-D	CD	CD	CD	CD
	紅藻類			CD	CD	CD	CD	CD	CD
	アオノリ類	A-D							
	アオサ類			CD	CD	CD	A-D	A-D	A-D
	ミドロ類	A-D							

2.2 汚損生物の発生、着生、生理に関する研究

2.2.1 アルテミアの飼育の研究

薬物効果判定材料としてアルテミアを用いる方法の精度を高めるためにその飼育方法を工夫し、種々の試みを行なった結果を比較した。第一に使用海水について検討を行なったが、次に記すように自浄海水が最もよい結果を得た。

海水種別	3日後死亡率	検査誤差
人工海水(調合)	3%	5%
人工海水(市販品溶解)	6	7
清水天然海水	5	7
人工海水50% + 清水天然海水50%	2	5
自浄海水	0	2
自浄海水50% + 人工海水50%	0	3
自浄海水50% + 清水天然海水50%	1	3

また 化後の日数についての検定誤差は次の通りである。

化後日数	検定誤差
1	5 ~ 7%
2	0 ~ 3
3	5 ~ 10
4	3 ~ 5
5	7 ~ 10

以上の結果から従来行なって来た通り、自浄海水を用いて、孵化後2日目の試料を材料とすることの有利性が明らかになった。

2.2.2 クロレラの培養法の改良

クロレラについては従来時として雑菌の侵入あるいは未知の原因によって各細胞が集合あるいは結合して小塊をつくり、培養瓶底に沈殿するということが起った。これについては数十年來クロレラ実験を続けている東京大学応用微生物研究所主任教授長谷栄二氏の協力を得て研究を行なった結果、使用株であるクロレラ・エソブリテスの培養に伴う自然老化乃至生理活性低下によることが明らかとなり、これを除去する最も簡単な方法としては寒天培養による株の交換更新が最もよいとの結論に達した。このため、4~6ヶ月ごとにこれを更新することにより、従来のようなバラツキを消去することが出来た。またこれの稀釈度を低め、十分の栄養を供給することによって、誤差を低下することも成功した。

2.2.3 アオサ、アオノリの培養

アオノリの葉片試験についてはすでに報告したように培養液中で十分成長することが確かめられているので、もっと葉体が広く材料採取の簡単なアオサとくに細胞が一層にならんでいるヒトエグサについて同様の培養を試み良好な結果を得た。葉片の拡大速度も適当であり、染色による検定もむしろ簡単であるので、緑藻としてはヒトエグサの使用は今後実用性が高いものと思われる。但し、前にも記したように、年間を通じての使用に難点があり、量的表示が困難である点は本質上如何ともする事が出来ない。

2.2.4 ヒビミドロの培養

アオサ、アオノリが面積を中心とする検定法であるため量的表示に困難が高いという点を改良するために、細胞が一行にならぶヒビミドロを培養して検定に供することを工夫した。その結果培養液を適当に改良することにより可なりその伸長を促進し得たし、最初の材料を一定細胞数にすることにより、細胞増殖を量的表示法に移すことが出来るようになった。但し、これには検定日数がややのびる傾向がある。問題はやはり同年随時使用することに難点があり、その完全解決にはいたらなかった。

2.2.5 海藻孢子の培養

アオサ、アオノリの孢子は月令によってその放出がコントロールされるという難点が伴うが、海藻着生防止の立場からは極めて合理的でもあり、実用性が高いと思われるので宮内氏の方法を再三にわたり追試した。ただ、孢子が微小であり、また着生が瞬時的に完了するので、着生防止の決定までは進み得ず、まだ十分実用化に成功していないのは残念である。

2.2.6 シブリスの飼育

シブリスを用いる検定は上記孢子法と同じく実情によく合致した方法として依然信奉者が多いが、その飼育には可なりの専門的知識と綿密な注意が必要である。シブリスの餌の培養からはじめて、その濃度による歩留り低下防止法には成功したが、どうしても同一生理状況のものを多量に必要とする検定法の趣旨からはどうも完全ではない。事実その結果のバラツキが不安定であって、それを十分克服し得る段階には達していない。

2.3 汚損の実態に関する研究

2.3.1 外航船汚損調査

海運および塗料関係各社の多大の後援と労力の提供によって実施した本調査については、前報告書において写真判定による階級評価値と、その運航性態度化の調査とを関連づけた東京商船大学宮嶋時三教授の立派な業績が発表されている。(表 2.3.1)

ただ写真判定によってはその生物の形態が明らかでなく、その種の査定には用い得ないので、調査者各位に依頼して実際の汚損生物標本の採取をお願いしたが、その入手がおくれたため、本年度まで持ち越しとなった。はじめの計画では舷側および船底の数ヶ所より一定面積の騒落し標本を集め、これによって浸水面積あたりの全付着量を概算し、宮嶋教授の写真判定結果と対象して、汚損の影響を具体的に関係づける予定であった。しかし、現実に手許に集った標本はほとんど一定面積の騒落し標本ではなく、その部位の主な付着生物の肉眼的選択採集品であって、これをもって換算の基礎とすることは不可能であった。これは入渠時の実情からしてやむを得ぬことであって、最初の計画を実施するには、同一人が同一精度において採集する必要があり、このような方法を多数の船舶に対して実施することは現状から見て不可能である。従って、このような調査は特殊の便宜を得られる特定の船について計画を新たに実施することとし、今回は生物の査定と、その出現船名を列記するにとどめざるを得なかったことをあらかじめお断りしておきたい。

得られた材料については重量を調べ、その概要を知ろうと試みたが、これも採集個所の数が不定であり平均値より一応の換算を行なっては見たが、宮嶋教授の業績を十分裏付け得る程度には到らなかった。但し、念のため重要項目の表を示しておくこととした。(表 2.3.2～表 2.3.4)

表 2.3.1 外航船調査汚損状況一覧 (宮嶋氏資料より簡略化)

品名	主機	調査時 までの 船令	調査 期間	速力低	燃料増	汚 損 程 度				主要付着生物
				下率%	加率%	水線	船側	船底	平均	
TADOTSU	D	1.10	21	10.6	2.5	1.5	3.0	1.5	2.0	アオサ・コケ虫
竜 光	D	.								
天 光	D									
月 光	D	7.	15	9.8	-5.1	3.0	3.5		3.4	アオサ・フジツボ・コケ虫・セルブラ
ジャンカランス	T	3.10	22	6.1	2.8	1.5	2.5	2.0	2.2	アオノリ・フジツボ・コケ虫・エボシ貝
ワールドエンバイヤ	T	1.10	22	8.8	11.2	2.5	4.0		3.3	アオノリ
大 島	T	3.	21	10.3	12.3	1.5	3.0		2.5	アオノリ・フジツボ
沖 の 島	T	4.	18	14.6	-4.9					アオサ・セルブラ
東 邦	D		13			1.5	3.0	1.5	2.0	アオノリ・フジツボ
紀 邦	T	6.	12	16.7	-4.4	1.0	2.5	2.0	2.0	アオサ・フジツボ・コケ虫・セルブラ
玲 水	D	6.		4.9	5.3					
富 士 山	D	8.	13	5.2	5.3	1.7	3.0	2.0	2.8	アオサ・フジツボ
君 幡	D	6.	10	12.4	34.9	2.0	2.5	2.0	2.2	
鋼 和	D	1.3	15	2.4	4.0	2.0	3.5	2.0	2.8	アオノリ・フジツボ
新 居 浜	D	3.	12	15.4	16.7	1.5	3.5		2.5	
だあういん	D	8.	10	8.0	15.4	4.5	3.5	2.0	3.5	シオミドロ・セビミドロ・フジツボエボシ貝
新 竜	D	3.	15	11.6	23.1	3.0	3.0	3.0	3.0	アオサ・フジツボ
箱 崎	D			12.9	-8.6					
北 野	T	2.3	14	-1.5	16.3	1.0	2.0	1.5	1.5	アオノリ
え る べ	D	2.5	14	0.1	7.7	2.0	1.5	1.0	1.5	アオサ
パシフィックアロー	D	1.0	12	2.8	34.6	1.0	3.5		2.8	アオサ・アオノリ
クインウェイブリッジ	D		12	-3.0	35.5	1.5	2.5	1.5	2.0	アオサ
佐 渡 春	D	4.5	12	14.2	44.2	1.5	3.5	4.0	4.0	
雄 昭	D									
う え - る ず	D	4.	12	-0.2	-1.5	4.0	3.0	1.0	3.3	アオサ
泉 山	D	4.	12	7.5	10.8	1.5	2.5	2.0	2.2	アオサ・フジツボ・コケ虫・セルブラ
第5ブリジストン	D	4.	14	28.0	21.3	1.2	2.0	1.2	1.6	アオサ・フジツボ

表 2.3.2 各船における位置別付着表

- 採集年月日
- 船底塗料含有物
- 種名
- 付着重量、個体数

船別付着総重量図

- 海藻付着量
- 動物付着量
- 総付着量及び予想付着量

< 船底調査 >

船名	採集年月日	位置	含有量	種	名	重量(g)	個体数
1. 新電丸	S.49.10.17	C	Cu ₂ O	藻1 ヒビミドロ	Conchoderma auritum	54.0	1
		D	—	ミミエボシ		2.1	2
		E	Cu ₂ O	藻1 ヒビミドロ	23.1		
		F	Cu ₂ O	藻1 ヒビミドロ	32.1		
		"		ヘニクダウミヒドラ Tubularia mesembryanthemum	3.2	群1	
		G	Cu ₂ O	ミミエボシ	43.1	2	
		H	Cu ₂ O	藻1 ヒビミドロ	41.4		
		I	Cu ₂ O	藻1 ヒビミドロ	20.5		

船名	採集年月日	位置	含有量	種	名	重量(g)	個体数
2. 富士山丸	S. 49. 5. 2	DM2m	—	藻2	ヒビミドロ	2.9	
		DM7m	—	藻3	アオノリ	4.9	
		"	—	藻1	ヒビミドロ	0.1	
		A	—	藻1	ヒビミドロ	4.5	
		B	—	藻2	ヒビミドロ	4.1	
3. 沖の島丸	S. 49. 9. 13	A	—	タテジマイソギンチャク	Haliplanella Luciae	17.9	143
		"	—		Balanus tulipiformis	23.4	7
		"	—	オオアカフジツボ	Balanus tintinnabulum vol.	8.6	1
		B	—		Balanus tulipiformis	46.2	18
		D	—	藻1	ヒビミドロ	73.1	
		E	—	藻1	ヒビミドロ	25.0	
		F	—	藻1	ヒビミドロ	12.4	
		G	—	藻1	ヒビミドロ	14.1	
		H	—		ハイドロゾア (Hydrozoa Hydrozoidea)	7.6	
		"	—	藻1	ヒビミドロ	測定不可	
4. 玲水丸	S. 49. 6. 12	A	Cu ₂ O	藻1	ヒビミドロ	2.4	
		C	Cu ₂ O	ヨコエビ類 (Amphipoda)		1.2	
		E	Cu ₂ O			13.4	
		F	Cu ₂ O			5.4	
		I	Cu ₂ O	ヨロップフジツボ	Balanus improvisus	0.5	1

船名	採取年月日	位置	含有量	種名	重量(g)	個体数
5. 君幡丸	S. 49. 9. 2	A	Cu ₂ O	藻1 ヒビミドロ	2.4	
		B	Cu ₂ O/OP	タテジマフジツボ Balanus amphitrite	1.9	9
		ハ	"	エボシガイ Lapas anatifera	7.9	5
		"	"	ハイドロゾア (Hydrozoa Hydroidea)	7.2	
6. フールドエンバイ	S. 49. 5. 11	A	Cu ₂ O	藻2 ヒビミドロ	25.4	
		B	Cu ₂ O	藻2 ヒビミドロ	21.4	
		C	Cu ₂ O	藻2 ヒビミドロ	32.6	
		D	Cu ₂ O	藻1 ヒビミドロ	32.5	
		E	Cu ₂ O	藻1 ヒビミドロ	21.5	
		F	Cu ₂ O	藻2 ヒビミドロ	22.0	
		G	Cu ₂ O	藻4 ヒビミドロ	10.1	
		"	"	ハイドロゾア (Hydrozoa Hydroidea)	6.8	
		"	"	ミエボシ Conchodeyma auritum	4.6	5
		"	"	ヒバリガイ Modiolus agripetus	0.8	5
7. シャンソ ガランサス	S. 49. 9. 13	A	Cu ₂ O	藻2 ヒビミドロ	8.8	
		"	"	エボシガイ Lapas anatifera	0.6	3
		"	"	サンカクフジツボ Balanus trigonus	5.0	240
		B	Cu ₂ O	藻1 ヒビミドロ	1.8	
		"	"	アカフジツボ Balanus tintinnabulum rosa	9.0	2

船名	採取年月日	位置	含有量	種名	重量(g)	個体数
		C	Cu ₂ O	藻1 ヒビミドロ	10.7	
		"	"	エボシガイ	0.7	3
		"	"	サンカクアツツホ	3.0	130
		D	Cu ₂ O	藻1 ヒビミドロ	測定不可	
		"	"	ヨーロッパアツツホ	3.1	24
		"	"	サンカクアツツホ	4.7	78
		"	"	エボシガイ	1.2	6
		"	"	ベニクダウミヒドラ	測定不可	
		"	"	Balanus tintinnabulum tintinnabulum	51.2	7
		E	Cu ₂ O	藻1 ヒビミドロ	38.0	
		"	"	(Balanus tintinnabulum)	2.4	2
		"	"	Conchoderma auritum	1.0	2
		"	"	エボシガイ	5.9	36
		F	Cu ₂ O	藻2 ヒビミドロ	6.0	
		"	"	エボシガイ	0.4	4
		"	"	アカアツツホ	9.6	3
		"	"	ヒラタオベリア	0.1	群2
8. 大島丸	S.49.11.29	A	Cu ₂ O	Balanus tulipiformis	71.2	5
		B	Cu ₂ O	Balanus tintinnabulum rosa	30.0	6
		C	Cu ₂ O	Balanus tintinnabulum zebra	25.8	2
		D	Cu ₂ O		9.6	

船名	採取年月日	位置	含有量	種	名	重量(%)	個体数
9. 第5ブリジストン丸	S. 49. 5. 11	A	—	藻2 ヒビミドロ	Lapas anatifera (Balanus tintinnabulum) (Hydrozoa Hydrozoa) Balanus amphitrite	18.3	1
		B	—	藻2 ヒビミドロ		13.8	
		C	—	エボシガイ		1.9	2
		#	—	藻2 ヒビミドロ		14.6	
		D	—	藻2 ヒビミドロ		8.8	
		E	—	藻2 ヒビミドロ		0.7	
10. うええるず丸	S. 49. 11. 17	A	—	藻1 ヒビミドロ	Balanus amphitrite Chthamalus stellatus	20.6	
		B	Cu ₂ O	藻1 ヒビミドロ		9.0	
		C	Cu ₂ O	藻1 ヒビミドロ		12.4	
		D	—	藻1 ヒビミドロ		14.6	
		E	Cu ₂ O	藻1 ヒビミドロ		16.8	54
		#	—	藻1 ヒビミドロ		0.9	6
11. ダーウイン丸	S. 49. 11. 9	A	—	藻2 ヒビミドロ	(Balanus tintinnabulum)	8.8	2
		#	—	藻2 ヒビミドロ		12.4	
		B	—	藻2 ヒビミドロ		7.5	
		C	—	藻2 ヒビミドロ		9.8	
		D	—	エボシガイ		9.1	3
12. 鋼和丸	S. 49. 9. 30	A	Cu ₂ O	藻2 ヒビミドロ	(Balanus tintinnabulum)	9.8	5
		#	—	ムラサキガイ		4.4	22

船名	採取年月日	位置	含有量	種	名	重量(%)	個体数
13. クイーンズウェイブリッジ	S50. 2.12	A	Cu ₂ O	タテジマイソギンチャク ハイドロゾア	Haliplanella Luciae (Hydrozoa Hydroida)	5.4 測定不可	103
		A	Cu ₂ O	藻1 ヒビミドロ	Balanus tintinnabulum zebra	2.4	2
		B	Cu ₂ O	藻1 ヒビミドロ	ヨロップフジツボ Balanus improvisus	0.6	6
		C	Cu ₂ O	藻1 ヒビミドロ	タテジマフジツボ Balanus amphitrite	0.4	2
		D	Cu ₂ O		サラサフジツボ Balanus amphitrite tessellatus	0.6	1
		"	"	"	ムラサキイガイ Mytilus ebulis	146.0	79
		"	"	"	ベニクダウミヒドラ Tubularia mesembryanthemum	2.4	群1
		"	"	"	タテジマイソギンチャク Haliplanella Luciae	0.2	2
		E	Cu ₂ O		ムラサキイガイ Mytilus ebulis	68.2	78
		"	"	"	サンカクフジツボ Pollicipes cornucopia	0.4	1
		"	"	"	脱色アカフジツボ (Balanus tintinnabulum)	4.2	2
		"	"	"	アカフジツボ Balanus tintinnabulum zebra	33.4	8
		"	"	"	アカフジツボ Balanus trigonus	0.9	5
"	"	"	アカフジツボ Balanus tintinnabulum rosa	4.2	3		
"	"	"	アカフジツボ Balanus tintinnabulum rosa	16.4	9		

船名	採取年月日	位置	含有量	種	名	重量(g)	個体数
14. 東 邦 丸	S. 50. 3. 17	A	Cu ₂ O	藻1	ヒビミドロ	23.2	
		B	Cu ₂ O	藻1	ヒビミドロ	12.6	
		C	Cu ₂ O	藻2	ヒビミドロ	9.6	
		D	Cu ₂ O	藻2	ヒビミドロ	0.6	
		F	Cu ₂ O	藻1	ヒビミドロ	3.2	
		"				(Balanus tintinnabulum)	6.2
15. 新 居 浜 丸	S. 49. 4. 2	S/B	Cu ₂ O/O.P	藻1	ヒビミドロ	133.2	
		"	"	藻3	アオノリ	0.1	
		"	"	藻2	ヒビミドロ	0.1	
		"	"	藻1	ヒビミドロ	0.1	
		"	"	藻2	ヒビミドロ	0.1	
		"	"	"	"	(Balanus tintinnabulum)	23.6
16. パシフィックアロー	S. 49. 5. 21	A-1	O.P	藻1	ヒビミドロ	} 150.0	
		"	"	藻2	ヒビミドロ		
		"	"	藻3	アオノリ		
		A-2	O.P	藻1	ヒビミドロ	} 36.4	
		A-3	O.P	藻1	ヒビミドロ		
		"	"	藻2	ヒビミドロ		
					(Balanus tintinnabulum)	1.0	1

船名	採取年月日	位置	含有量	種名	重量(g)	個体数
17. 泉山丸	S.49. 8.29	A	Cu ₂ O	ダテシマアツツボ Balanus amphitrite	45.0	312
18. 北野丸	S.49. 8.23	A	Cu ₂ O	スライム		
19. えるべ丸	S.49. 8.12	B/T	Cu ₂ O	藻1 ヒビミドロ	10.8	
		"	"	藻2 ヒビミドロ	0.2	
		"	"	ホオアカアツツボ Balanus tintinnabulum volcano	7.3	1

表 2.3.3 各船における位置別付着重量図

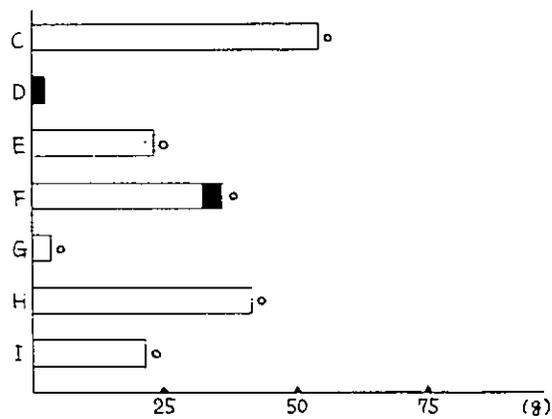
■ ... 動物付着重量

□ ... 海藻付着重量

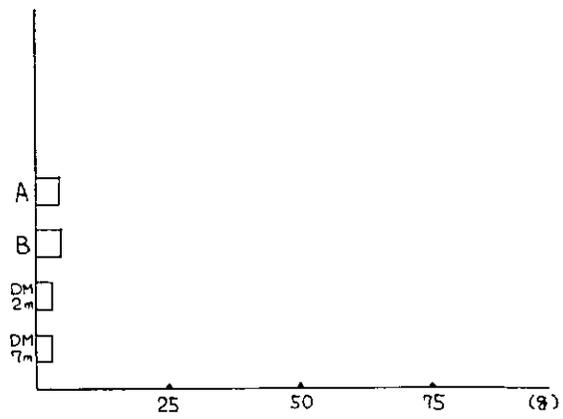
○ ... Cu_2O 含有

△O.P 含有

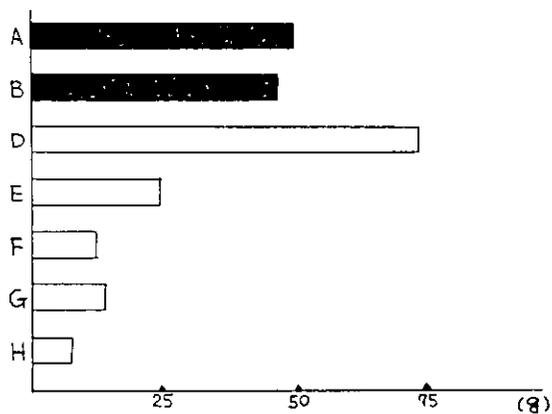
< 船底調査 >



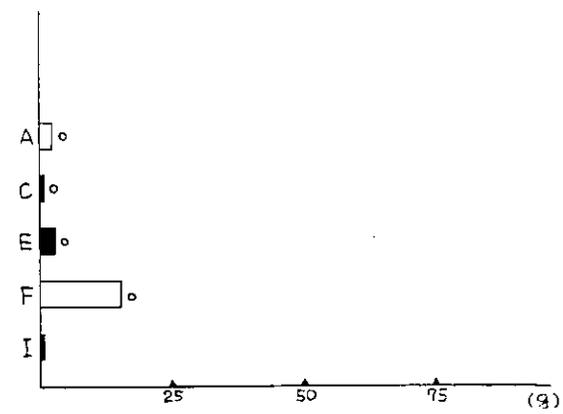
1. 新電丸



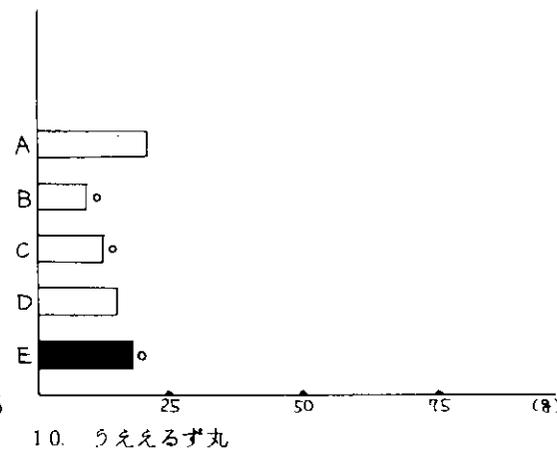
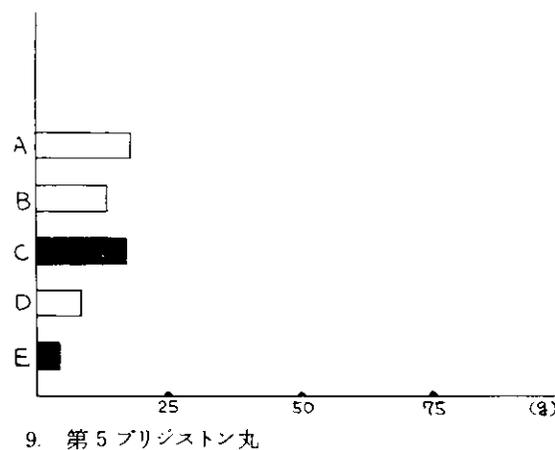
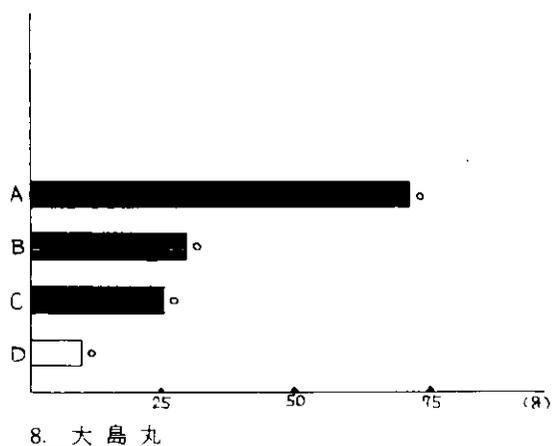
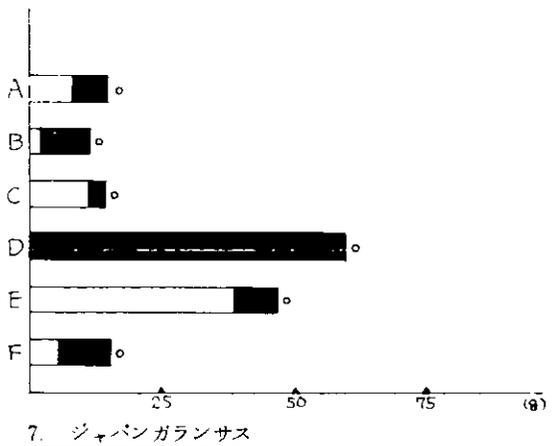
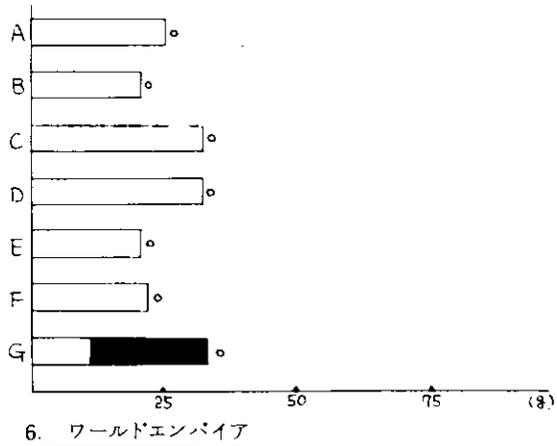
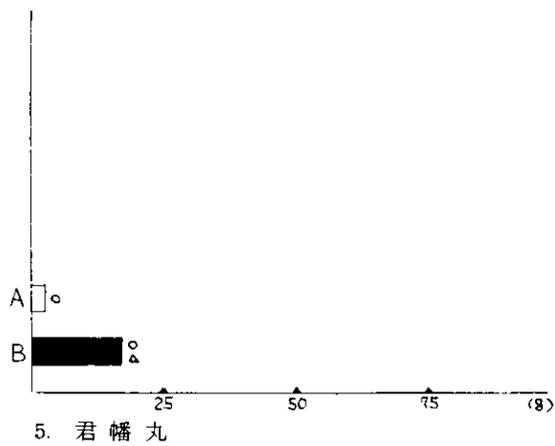
2. 富士山丸

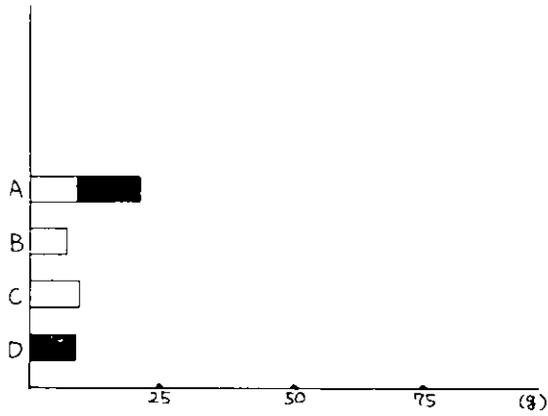


3. 沖の島丸

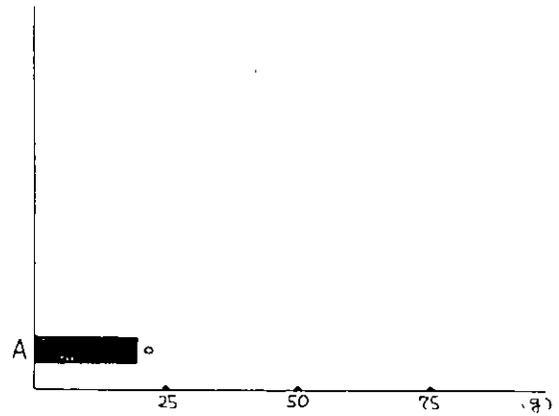


4. 玲水丸

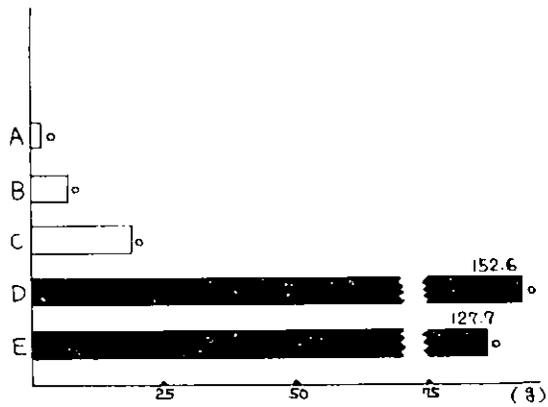




11. ダーウィン丸



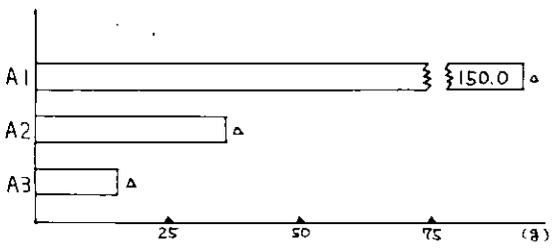
12. 鋼和丸



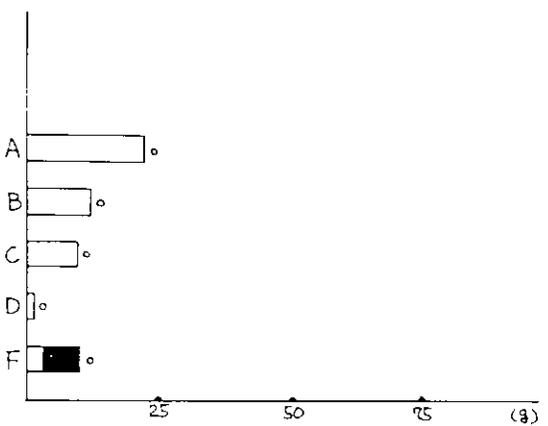
13. クイーンズウェイブリッジ



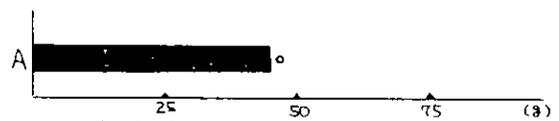
15. 新居浜丸



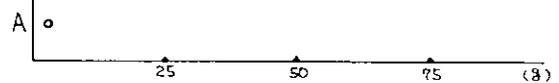
16. パシフィックアロー



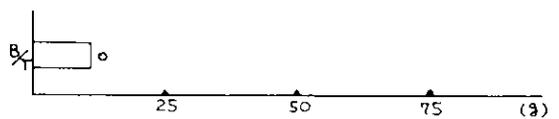
14. 東邦丸



17. 泉山丸



18. 北野丸



19. えるべ丸

表 2.3.4 各船別付着重量図

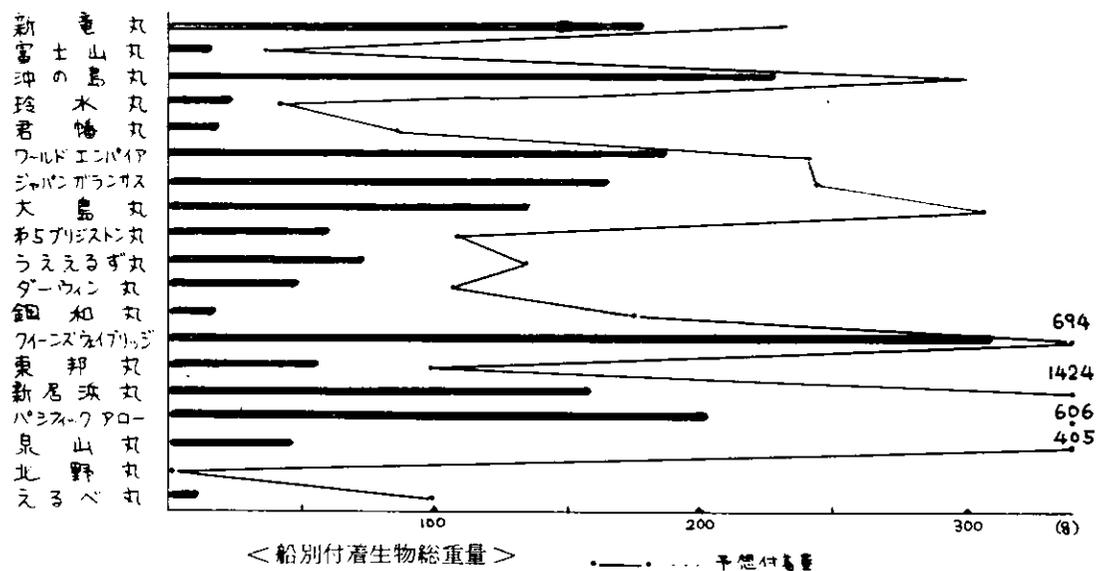
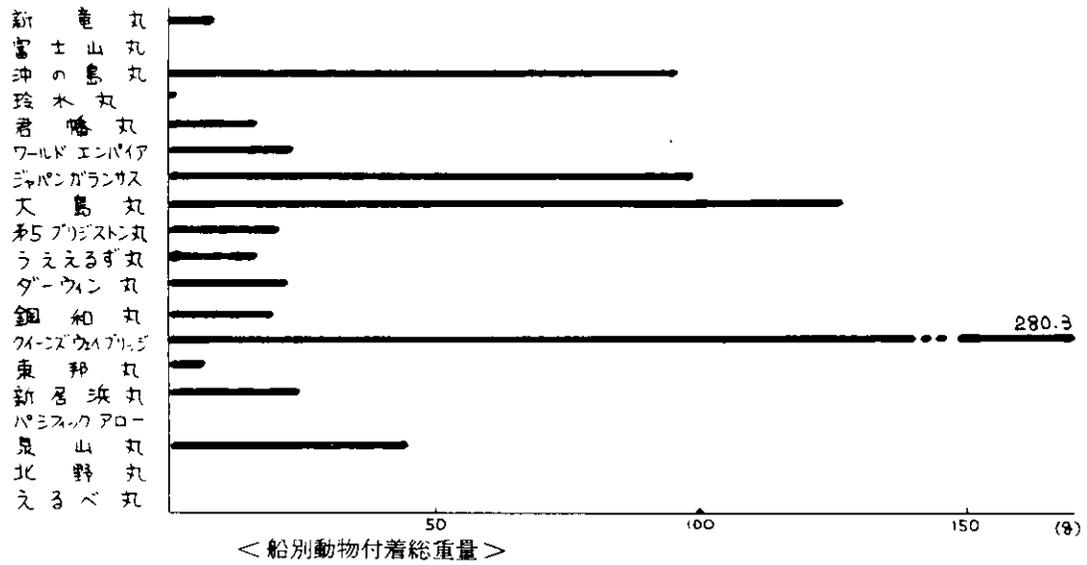
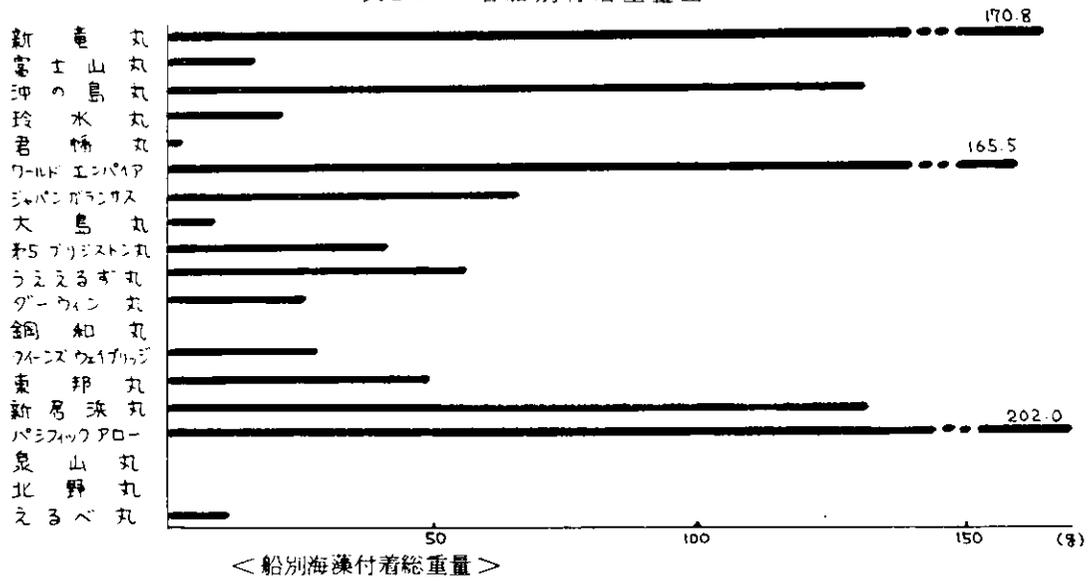
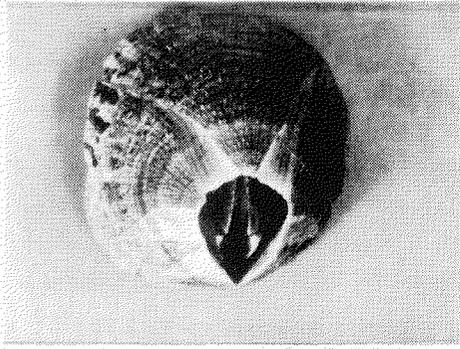


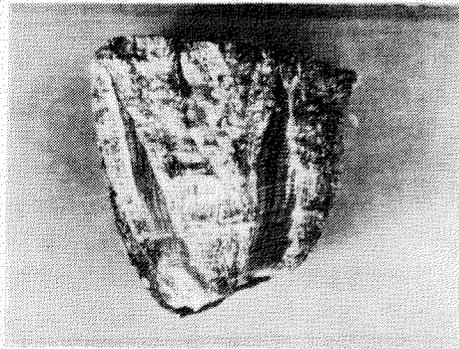
写真 2. 3. 1

- (1) *Balanus amphitrite amphitrite* タテジマフジツボ
(うええるず丸)
- (2) *Chthamalus stellatus*
(うええるず丸)
- (3) *Balanus improvisus*
(玲水丸)
- (4) *Balanus amphitrite albicostatus* シロスジフジツボ
(ジャバンガランサス)
- (5) *Balanus tintinnabulum tintinnabulum*
(ジャバンガランサス)
- (6) *Balanus tulipiformis*
(大島丸)
- (7) *Balanus tintinnabulum zebra*
(大島丸)
- (8) *Balanus tintinnabulum volcano*
(沖ノ島丸)
- (9) *Balanus tintinnabulum volcano*
(えるべ丸)
- (10) *Balanus tintinnabulum ?*
(大島丸)

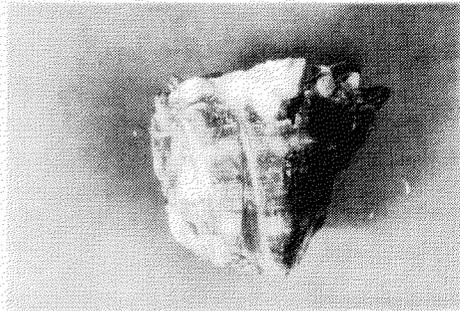
写真 2.3.1



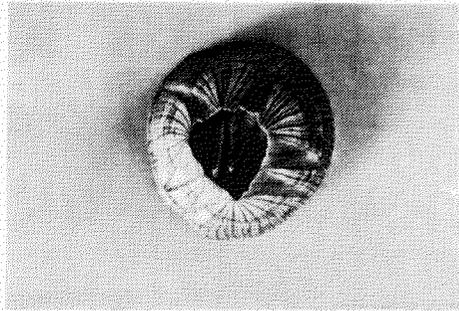
(1)



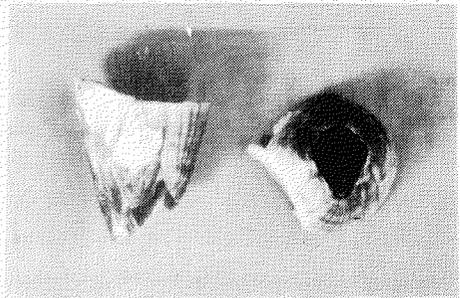
(2)



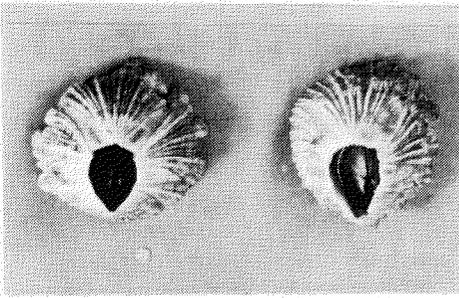
(3)



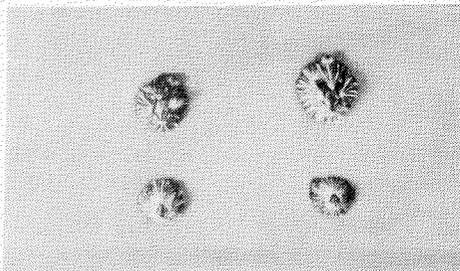
(4)



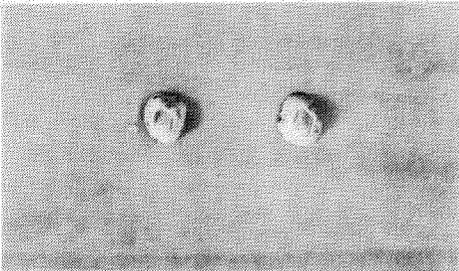
(5)



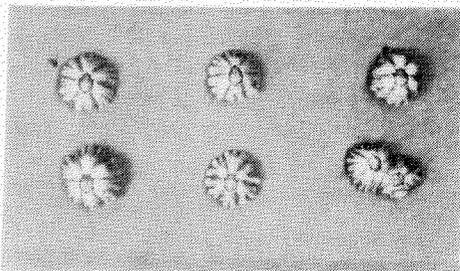
(6)



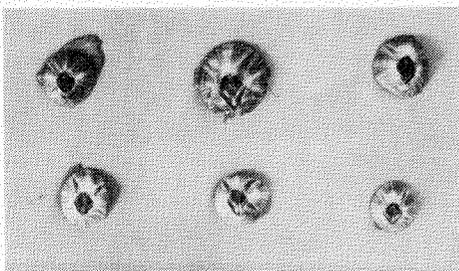
(7)



(8)



(9)



(10)

2.3.2 連絡船船底調査

(1) 宇高連絡船讃岐丸船底調査

宇高連絡船讃岐丸が昭和51年10月23日広島県豊田郡瀬戸田町内海造船に入渠した機会を捉え、鉄道技術研究所の石川清氏の御協力を得て、その船底調査を行なった。讃岐丸は同年6月同造船所に入渠塗装したものであって、調査時は出渠後約4ヶ月を経過したものである。

観察概況について記せば、わずか4ヶ月の航海による汚損としては異常と思われるほど甚しく、これが塗装不良によるものか、海況の変化によるものかは確認し得ないが何れにしても筆者の経験から見た限りでは初めてのものであった。水線部分の緑藻を中心として汚損は従来のものと大差はないが、水線以下の部分ではフジツボ類の着生がほぼ全面に見られ、これに加えて小形のマガキの着生がかなりの面積を占めた。それに従来も多少は小形の円盤状群体として出現していたヒラハコケムシが最大径20cmという異常な発達群体として船底の水平部分よりビルジキール上方まで全域に着生していた。この種の苔虫はここ数年来北海道、東北地方を中心にコンブの養殖害虫として有名になるほど異常繁殖を行なっているものであり、これが船底にこのように大量に着生するということは新しい問題を提起するものと考えられる。

船底汚損動物として確認されたものは、タテジマフジツボ、アメリカフジツボ、マガキ、ムラサキイガイ、ヒラハコケムシ、ホソクサケムシ、アカガヤ、ヒメウミコップ、エダウミヒドラであり、植物としてはボウアオノリ、シオミドロ、ヒビミドロであった。

(2) 青函連絡船日高丸船底調査

昭和52年1月14日青函連絡船日高丸が函館ドックに入渠するとの報をうけ、鉄道技術研究所石川清氏、東京商船大学宮嶋時三教授の御援助を得て、その船底調査を行なう機会を得た。本船は青函航路の貨物専用船であり、出渠後約1年を経過したものである。

観察概況としては汚損程度は低く全般的に見て防汚効果は良好であると判定されたが、水線部の藻類着生はあいかわらず、かなりの量であった。水線以下の部分は船底水平部分にかけてほとんどスライムのみであって、フジツボ、ムラサキイガイがビルジキール下面及びシーチェストに見られたにとどまる。ただし、本船の場合も従来の観察といちぢるしく異なるのは、上記讃岐丸で観察したヒラハコケムシの円盤状群体がほぼ全面にわたって多量に着生していたことで、船底水平部よりビルジキール上方に到るまで他の着生は殆んどなく、本種のみが最大径15cmのうすい円盤としていちぢるしい特色を示していたことである。このように本コケムシが他の付着生物を圧して船底に出現したことは従来見ることの出来なかった現象であり、これが防汚塗料の毒物に対して他種に見られぬ強い抵抗力を有することを証しているものと考えられる。

シーチェスト部を含め本船底より採集し得たものはタテジマフジツボ、シロスジフジツボ、チシマフジツボ、ムラサキイガイ、ヒラハコケムシ、チビオフロコケムシ、カサネカンザシ、エダウミヒドラ、シオミドロ、ヒビミドロ、ボウアオノリの諸種であった。

なお、これらの汚損による船速の低下、燃料消費の増加等に関するデータは未入手であり、何れこれを入力解析することによって、汚損との関係を調査したいと希望している。

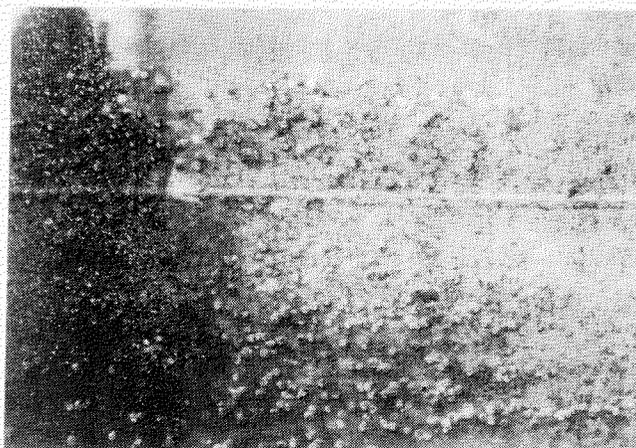
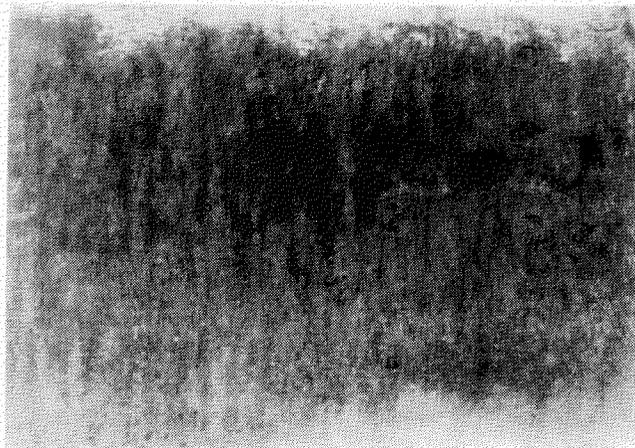


写真2.3.1 讃岐丸汚損状況

- (上) 水線部 アオノリを中心とする緑藻の着生
- (中) 水線下 アオノリ帯よりフジツボ帯への移行
- (下) 水線下2m フジツボ帯の汚損

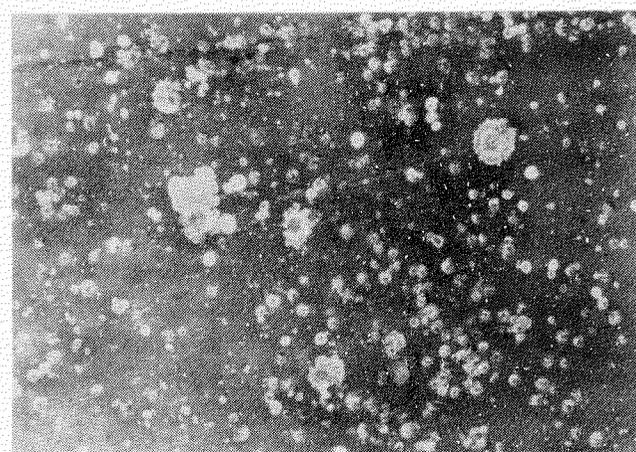
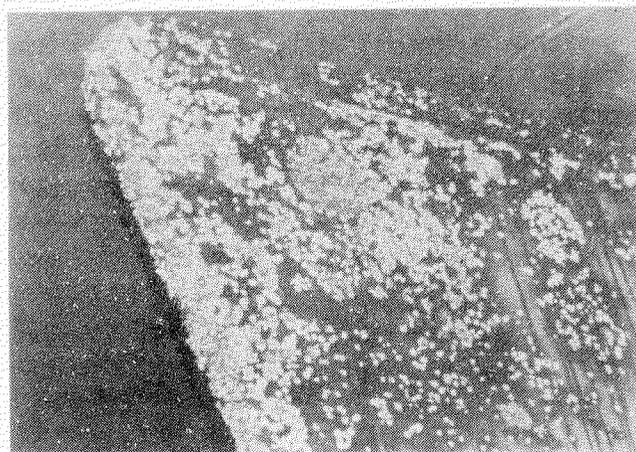
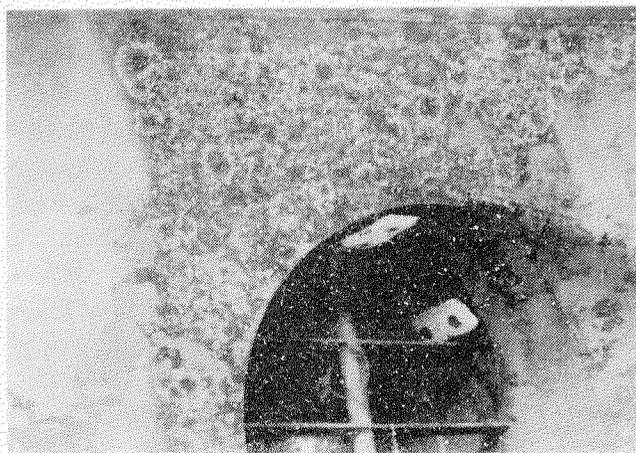


写真2.3.2 讃岐丸汚損状況
(上) パウスラスタ部へのヒラハコケムシ及びタテジマフジツボ
(中) ラダー上のタテジマフジツボとアメリカフジツボ群
(下) 船底移行部のヒラハコケムシ、タテジマフジツボ

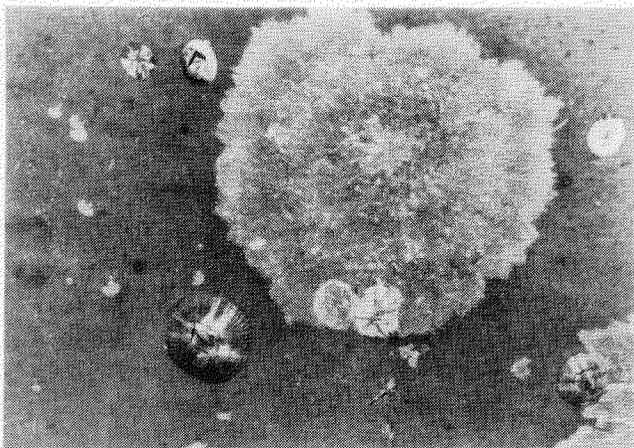
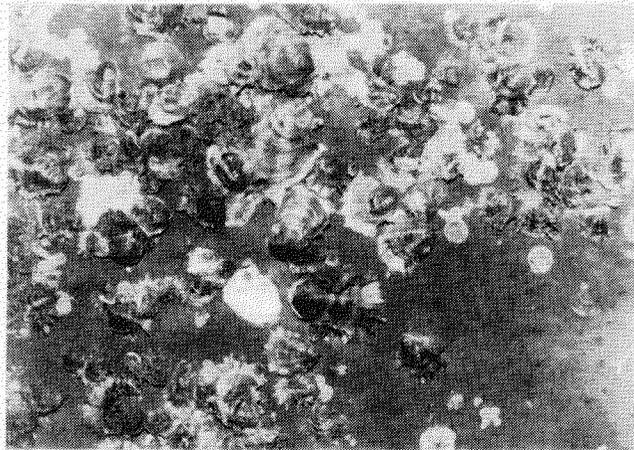
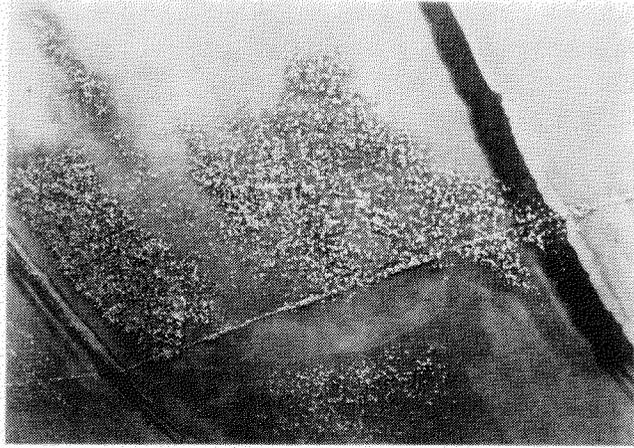


写真2.3.3 讃岐丸の汚損状況
(上) 船底曲線部のフジツボ類の集中付着
(中) マガキの着生状況
(下) ヒラハコケムシとタテジマフジツボの着生

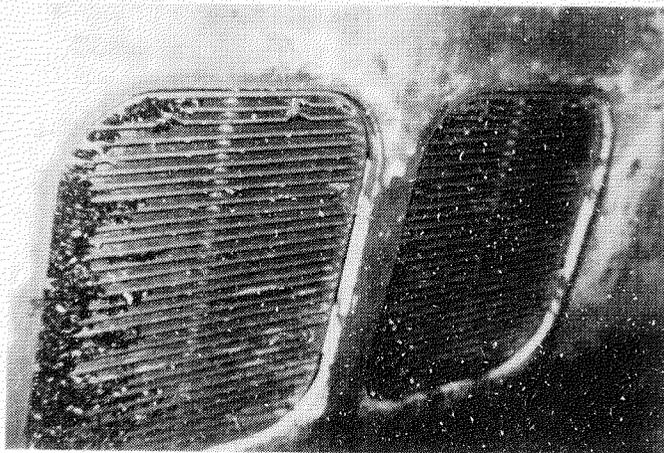
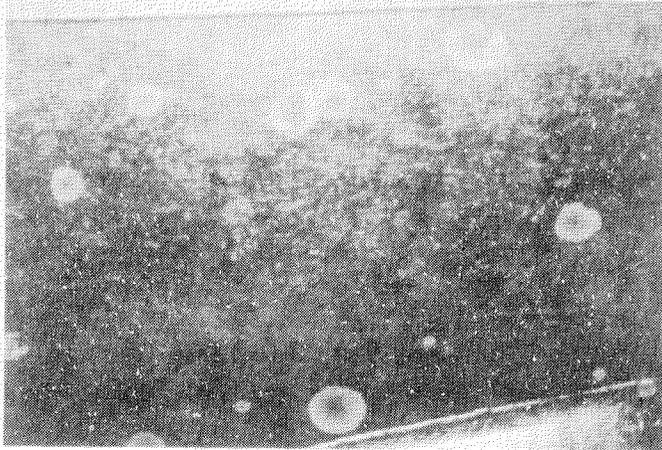
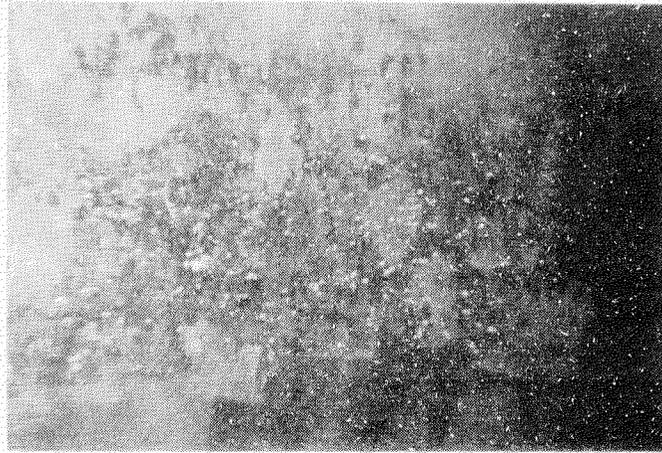


写真2.3.4 日高丸汚損状況

- (上) 船側のタテジマフジツボ, ヨーロッパフジツボ
- (中) 船底移行部のヒラハロケムシ, タテジマフジツボ
- (下) シーチェスト部のムラサキガイ

3. 新防汚剤探究の研究

3.1 生物検定法の研究

3.1.1 生物検定法の精度の向上に関する研究

(1) アルテミア法の精度の向上に関する研究

すでに2.2.1にのべたように海水をかえ、飼育日数をかえてその飼育法を研究した結果自浄海水を用い2日間飼育したアルテミア・マリナを材料とする方法に極めて高い精度を見ることが出来た。

可溶性の硫酸銅溶液を用いて行なった実験結果は次の通りである(誤差%)

回	月 日	水 温	1時間後	3時間後	6時間後	24時間後
1	V. 7	18℃	0	+1	+1	+1
2	V. 8	20℃	0	0	+1	0
3	V. 9	22℃	0	+1	-1	-2
4	V. 10	20℃	0	-1	0	+2
5	V. 11	19℃	0	-1	+2	-2

以上の値は使用個体数83~115の間でそれぞれ行ない、全死を1、半死を0.7、衰弱を0.3として計算した合計であるからその精度は十分信頼に値するものと見てよい。

従って、±3%以上の誤差を生ずるのは、アルテミア法の精度の問題ではなく、むしろその使用薬品の溶解状態が不安定であるために生じた可能性が高い。このことは防汚薬剤の大部分が難溶性薬物であり、肉眼的には溶解状態と思われるものも、いろいろな段階の状態の混合であることを示すものと解することも出来そうであり、将来生物検定法と精密化学分析法との歩みよりになって、より一層実情が明らかになることと思われる。

従来極めて簡単に薬剤は海水に溶解してはじめて有効であるとされて来たが、溶解現象そのものの精密な解析が将来着目されるべきであるかも知れない。

(2) クロレラ法の精度の向上に関する研究

アルテミア法と違って、クロレラ法においてはその増殖速度を物差しとして用いる関係上、培養液は同一であってもそれに対する照射ルクスの微妙な差や、バブリングの通気量の長時間にわたる累積値の差が問題となる。

したがってクロレラ法による増殖の体積換算値において±5%以内という従来の値はよほど精度の高いものと考えてよいが、念のため照度計を用いて検定し、通気量を1時間当たり±2%程度に調節して検討を加えた結果は、十分この方法が相対増殖率すなわち薬物効果の相対検定値としては実用上全く差支えないことが明らかとなった。

(3) アオサ・アオノリ葉体試験法の精度の向上に関する研究

すでにのべたように、この方法は上記の2方法に比べると、その結果の数量化については難点がないでもないが、余り大きな装置を必要とせず、培養液とシャーレ程度で行ないうる粗実験としては割合に楽にスクリーニングに応用しうる点で意義がある。このため、種々の照度を用いて行なったり、あるいは簡単に机上において行なったりして見たが、相対実験としては十分有用であるという結論に達した。

従来の1×1cm方形法よりも円形打抜き法が簡単であり、葉体面積の増大計算もむしろ楽である。ただ、エリスロシン染色法は薬剤効力の強い時には一見して判りやすいが、弱い場合はその差を見るのに可なり困難を感じる。

(4) ヒビミドロ葉体伸長試験の精度向上に関する研究

アオサ、アオノリ法が縦横の2項目の相乗で示す面積によるのに対し、この方法は伸長率と言う項目を用いるだけ簡単であろうとの発想によって行なったものであるが、その伸長点が前後の2細胞のみに関係するためか、その示す値は小さく、未だ今後の工夫を要するようである。

(5) 胞子法の検討

宮内氏の発案になる本法については十分の精度の向上を期しうるだけの結果を得ていない。まだ今後の研究の余地が大いにありそうである。

(6) シブリス法と精度の向上の研究

すでに度々論じて来たように、本法は汚損生物を直接用いるという点で前記胞子法とともに今後の検討すべき問題を含んでいる。しかし、シブリスの生理条件がやや不安定なためか、労力の多い割には誤差がうまくちまらないうえ、十分成功とは言い難いのは残念である。しかも、アルテミア法とシブリス法との間でいちぢるしい傾向の差は認められず、フルテミア法によって十分代用しうることを思えば、本法に固執する必要はそれほど高くないように思われる。

3.1.2 生物検定法による薬物効果の検定

本年度は第1次、第2次薬物検定終了後、とくに新しい薬物の提供がなかったため、これを行なわなかった。

3.1.3 水槽溶出試験 — 塗膜からの薬物溶出液での生物検定法と浸漬試験による防汚性の相関性の再検討

(1) 目的

昭和47年度に有機錫化合物含有の防汚塗料を用いて、それら塗膜からの溶出液をアルテミア注等の生物検定法によって試験を行ない、浸漬試験による防汚性との相関性を検討した。

本年度は、さらに塗膜の防汚性が、含有薬の防汚力と展色剤組成による薬物溶出率との相乗効果を示すことが考えられるため、生物検定法では有効と期待されたが、浸漬試験では後期になって防汚性の低下をみた薬物を取上げ、展色剤組成、薬物含有量をも実験因子として、塗膜からの溶出液を生物検定法によって試験を行ない、一方浸漬試験を行なって防汚性を試験し、両者の相関性、生物検定法の妥当性を再検討することを目的とする。

(2) 試験方法

(a) 供試防汚塗料 (ビニル系)

A-1	HC-1	10%含有	ビニル系防汚塗料	VYNH/ロジン WW = 1/1
A-2	"	"	"	1/2
A-3	"	20%含有	"	1/1
A-4	"	"	"	1/2
B-1	フアインサイド P-46	10%含有	"	1/1
B-2	"	"	"	1/2
B-3	"	20%含有	"	1/1
B-4	"	"	"	1/2
C-1	PI-100	10%含有	"	1/1
C-2	"	"	"	1/2
C-3	"	20%含有	"	1/1
C-4	"	"	"	1/2
D	トリフェニル錫 ハイドロオキシド	20%含有	ビニル系防汚塗料	VYNH/ロジン WW = 1/2
E	亜酸化銅	50%含有	"	1/2

表3.1.1 供試防汚塗料の組成

原 料 名	A				B				C				D	E
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
べんがら	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
タルフ	15	15	10	10	15	15	10	10	15	15	10	10	10	
パライタ	15	15	10	10	15	15	10	10	15	15	10	10	10	
H C - 1	10	10	20	20										
ファインサイド P-46					10	10	20	20						
PI - 100									10	10	20	20		
トリフェニル錫ハイドロオキシド													20	
亜酸化銅														50
VYHH (塩ビ酢ビ共重合体)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5
ロジン WW	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	12	10
D O P	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
キシロール	18	15	18	15	18	15	18	15	18	15	18	15	15	13
メチルイソブチルケトン	18	15	18	15	18	15	18	15	18	15	18	15	15	19
計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

注 H C - 1 有機塩素系 保土谷化学
 ファインサイド P - 4 6 ブロム系 東京ファインケミカル
 P I - 1 0 0 フタル酸誘重体 日本農薬

(b) 試験板及び塗装系

小型溶出用板 120×150×1mm サンドブラスト鋼板
 大型浸漬用板 100×300×1mm #
 塗 装 系 W/P×1+ビニル系 A/C×4+供試防汚塗料×2

(c) テスト方法

試験には10×30cmの浸漬用大型板と15×12cmの溶出用小型板とを一枚ずつ組合せて一組とし、前者は全面、後者は10×100m²の面積に限っ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、砂濾過槽を通過した海水を流し放しにして、50年9月より51年9月迄浸漬した。

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侵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ることがなく計算が容易である。従って、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10×10×20m²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って、ある塗装板の実際海水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って、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。

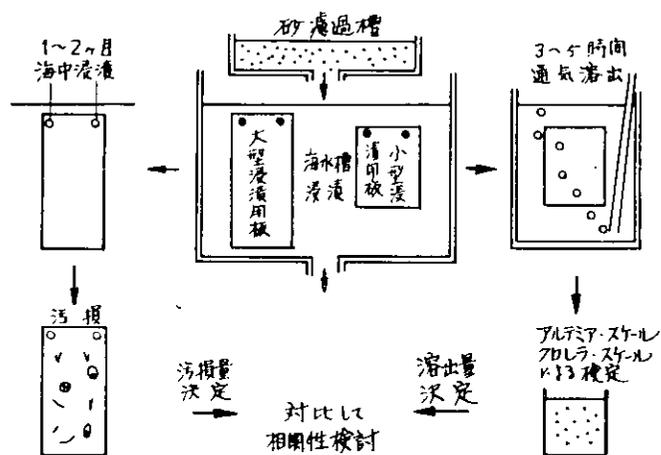


図 3.3.1 大小板による比較実験模式図

(d) 試験期間 (予定)

表 3.3.2 試験予定

年 月 日	小型溶出用板 14枚	大型浸漬用板		
		14枚	14枚	14枚
50年 9月	浸漬開始 (濾過海水)			
10月	溶出液採取	濾過海水浸漬 12ヶ月	濾過海水浸漬 6ヶ月	濾過海水浸漬 1ヶ月、同左
11月	(浸漬1ヶ月)			
12月				
51年 1月				
2月				
3月	溶出液採取			
4月	(浸漬6ヶ月)			
5月				
6月				
7月				
8月				
9月	溶出液採取	海中浸漬防汚 性チェック	同左	同左
10月	(浸漬12ヶ月)			
11月	浸漬終了 (濾過海水)			

(3) 生物検定結果

上記予定表に従って実験を開始したが、試験板の調整が予定通りに進まず、51年6月に第1回、9月に第2回を行ない、目下第3回実施準備中である。次にアルテミアテストの結果の概要を示しておく。

第1回結果 致死率(%)

濃 度	バブリング液				1/2 液				1/4 液				1/8 液				
	時 間	2	4	6	24	2	4	6	24	2	4	6	24	2	4	6	24
A-1		0	0.6	0.6	5.8	0	0	0	1.9	0	0	0	0.6	0	0	0	0
A-2		0	0	0.5	1.7	0	0	0	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0
A-3		0	1.0	1.5	2.5	0	0	0	2.0	0	0	0	0	0	0	0	0
A-4		0	0	0	0.9	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0
B-1		0	0	1.0	2.2	0	0	0	1.6	0	0	0	0.5	0	0	0	0
B-2		0	0	0	0.8	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0
B-3		0	0	0	0.6	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0
B-4		0	0	0	0.6	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0
C-1		0	0	4.0	8.7	0	0	3.0	4.7	0	0	0	0.6	0	0	0	0.5
C-2		0	0.5	0.5	7.5	0	0.4	0.4	3.2	0	0	0	2.9	0	0	0	2.3
D		0	8.5	15.0	23.5	0	3.0	5.0	11.0	0	0	0	2.0	0	0	0	0.5
E		0	7.0	10.0	18.0	0	3.0	4.0	10.0	0	0	0	3.0	0	0	0	1.0

第2回結果 致死率(%)

濃 度	バブリング液				1/2 液				1/4 液				1/8 液				
	時 間	2	4	6	24	2	4	6	24	2	4	6	24	2	4	6	24
A-1		0	1.0	3.0	9.9	0	0	0	4.0	0	0	0	2.0	0	0	0	0
A-2		0	0	0.5	1.7	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0
A-3		0	0.5	1.5	2.8	0	0	0	2.0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
A-4		0	0	1.0	1.5	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0
B-1		0	0	1.0	2.2	0	0	0	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0
B-2		0	0	0	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B-3		0	0	0	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B-4		0	0	0	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C-1		0	2.0	6.2	10.9	0	0	2.0	5.3	0	0	0	1.0	0	0	0	0.6
C-2		0	3.0	6.5	13.5	0	0.8	3.2	8.4	0	0	3.0	6.2	0	0	0	3.3
D		0	7.5	12.5	18.9	0	3.0	6.0	14.9	0	0	0	2.0	0	0	0	0.5
E		0	5.0	10.0	20.0	0	3.0	6.0	13.5	0	0	0	3.0	0	0	0	1.5

上記の結果は予想よりはるかに下廻る結果となったが、これについては今後検討を加え改めて再試したいと思っている。

3.2 各種防汚剤の安全試験

3.2.1 目的

新防汚剤・IZ-27 (N-(クロロフェニル) α 、 α' ジプロモスクシンイミド) 他の防汚剤3種、および、それらを含有する防汚塗料について毒性試験を行ない、防汚剤としての適否を判定する際の資料とすることを目的とする。試験項目は従前通り、1) 急性経口毒性試験 (マウス LD₅₀)、2) 急性経皮毒性試験、3) ヒト皮膚反応試験 (パッチテスト) である。なお、亜酸化銅を含む防汚塗料を比較対照試料とした。

3.2.2 試験

以下に示す通り、防汚剤3種、および、それらを含有する塩化ビニル系塗料、塩化ゴム系塗料計6種、さらに亜酸化銅のみを含む塩ビ系、塩ゴム系塗料を用いた。以下、試料名を省き、記号のみで表示することがある。

(1) 防汚剤

試料記号	化合物名
A: IZ-27	N-(クロロフェニル) α 、 α' ジプロモスクシンイミド
B: ノフコサイド-H-96	テトラクロロイソフタロニトリル
C: SA-1118M	3-クロロ-4-フェニル-1,2-ジチオール-5-オン
D*:	トリフェニル錫フルオライド

* 試料記号D、トリフェニル錫フルオライドはLD₅₀ 値判定だけのための追加試料

(2) 防汚塗料

試料記号	防汚塗料成分
a-1	A剤10% + Cu ₂ O30%を含む塩化ゴム系塗料
a-2	A剤10% + Cu ₂ O30% # 塩化ビニル系塗料
b-1	B剤10% + Cu ₂ O30% # 塩化ゴム系 #
b-2	B剤10% + Cu ₂ O30% # 塩化ビニル系 #
c-1	C剤10% + Cu ₂ O30% # 塩化ゴム系 #
c-2	C剤10% + Cu ₂ O30% # 塩化ビニル系 #
d-1	————— Cu ₂ O30% # 塩化ゴム系 #
d-2	————— Cu ₂ O50% # 塩化ビニル系 #

3.2.3 方法

(1) 急性経口毒性試験

(a) マウス

DD系雄、4~5週令 (体重19~22g) を使用。

通常の固型飼料を与え、室温下で飼育。

(b) 投与方法

試料A、B、C、(D)をそれぞれ市販のサラダ油に均一に懸濁し、マウス胃内ゾンデを用いて、マウス体重10g当り0.1mlの割合で強制投与した。濃度は0~200mg/mlの7段階とし、各濃度段階ごとに5匹のマウスを用いた。

(c) 判定

投与後48時間の生死を判定してLD₅₀を求めた。

(2) 急性経皮毒性試験

(a) マウス

各塗料群ごとに5匹ずつの上記マウスを使用、塗料を背後部中央に直径2cmの円形状に塗布し、そのまま飼育した後、塗布後3日目(急性期)、18日目(回復期)に塗布部位の皮膚を採り、病理標本とした。なお、皮膚採取時に残余塗料のある場合は、シンナーを用いてこれを清拭除去した。また、別群10匹のマウスについて体重の変動を観察した。

(b) モルモット、家兎

共に若成体雄、各塗料毎に3匹使用。剪毛した背部中央に直径約5cm大に塗布し、3月後に皮膚を採取した。残余塗料はシンナーで除去してから皮膚を採った。

(3) ヒト皮膚反応試験(パッチテスト)

試料A、B、Cをそれぞれアマニ油に溶かして0.1%濃度とし、通常の方法でパッチテストを行なった。48時間の貼布後、伴創膏をはがし、その1時間後に反応の有無を調べた。

3.2.4 結果

(1) 急性経口毒性試験

マウス急性経口LD₅₀値を表3.2.1に示した。試料A、B、Cの3点は、最高(可能)投与量でも死亡が認められず、いずれもLD₅₀>2000mg/Kgと判定された。追加試料DのLD₅₀値は460mg/Kgであった。

(2) 急性経皮毒性試験

(a) マウスの体重変動

結果を図3.2.1にまとめた。観察途上の死亡個体は全塗料群において皆無であった。いずれの塗料群においても塗布後10日目位まで、体重増加からみた成長がやや抑制されるようであった。この傾向は、対照試料の亜酸化銅群(d-1、d-2群)においても軽微であるが認められる。塩化ビニル系、鉄化ゴム系の差異は明瞭でなかった。いずれの群も約10日目からは正常な体重増加を示した。

(b) 塗布部位皮膚の病理所見

マウス、モルモット、家兎の皮膚病理所見を表3.2.2に一括して表示した。塗布後3日目の所見は急性期、18日目(マウス)の所見は回復期の所見を示すものである。種々の程度の表皮肥厚と角化、基底細胞の膨化、浮腫、細胞浸潤が観察された。更に強い皮膚変化である壊死、強度の皮膚剝離は今回用いた3種動物のいずれにおいても認められなかった。基本的な皮膚反応像でみれば、対照試料d-1、d-2にくらべ、どの塗料も特に大きな影響を示したと思われる所見は認められなかった。

マウスの回復期(18日目)所見では、b-1、b-2、d-1、d-2の発毛が進行し、病理組織所見での反応像もそれに応じて軽微になっていた。ただし、a-1、a-2、c-1、c-2群においては、この時期にもまだ脱毛状態が続き、水潰瘍の認められる個体もあった。

なお、試料の動物に対する塗布料は、模擬実験の結果、マウス0.4g/匹、モルモット、家兎0.6g/匹であった。

病理像の写真(3.2.1~3.2.3.6)を添付したので参照されたい。

(3) ヒト皮膚反応試験(パッチテスト)

表3.2.3に結果を示した。すべて陰性であった。

3.2.5 考 察

(1) LD₅₀値について

試料 A、B、C の LD₅₀ 値は、最高（可能）投与量 2000 mg/Kg で死亡個体は観察されず、従って、全個体死亡の投与量（濃度段階）の予測がつかないので、LD₅₀ > 2000 mg/Kg とした。体重 Kg 当たり 2 g 以上という値は、LD₅₀ 値に関する一般の概念からすれば、わずかに有毒（0.5～5 g/Kg）と云われる物質である。ヒトに換算すればすぐに理解されるように、毒性はあまり強いものではない。追加試料 D の LD₅₀ 値 460 mg/Kg は、やや有毒（50～500 mg/Kg）の部類に入るものである。

なお、LD₅₀ 値は一般に急性毒性を示す指標として用いられるものであるが、同一の物質についても投与ルート、使用動物種、飼育条件、判定時間（24時間、48時間、1週間）によって変化するのは当然である。判定時間については、現在 48時間値で比較する傾向にあるが、まだ統一されていない。

(2) 体重変動について

前回、前々回の試験結果と併せて考えると、全ての塗料群において、一過性の軽度の体重増加抑制が起る原因は、あるいは塗料の背部への塗布がマウスの運動を物理的に制約することもそのひとつではなからうかと思われる。特に今回検索した試料の中では c-1、c-2 の固着性-剥がれにくさ-が特に強く、c-1 群にあっては、体重計測期間の最後までマウス体毛に強固に附着して固い殻を作っているのが認められた。これに応じて、c-1 群の体毛増加抑制の期間が他の群より長くなっている。

いずれにせよ、塗布後約 10 日目頃から体重増加は良好となり、このまま飼育を続ければ正常な成体となるだろうと思われる。

(3) 皮膚の病理所見について

表 3.2.2 に示した皮膚の病理所見は、いずれも、異物に対する生体の防禦反応であり、特異的なものではない。いわば異物に対する正常な生理反応といえるだろう。懐死、強度の表皮剝離のごとき真の障害像は認められていない。

(4) パッチテストについて

被験者 23 名すべてが陰性であった。0.1% 濃度、48 時間の皮膚への接触は何らの影響も及ぼさなかったといえる。ただし、慎重を期すために、アレルギー性素因(+)の被験者についての検討、同一対象者での繰り返しテストなどを行なう必要がある。

表 3.2.1 防汚剤のマウス経口 LD₅₀ (48 時間値)

試験番号	試料名	LD ₅₀ (mg/Kg)
A 1Z-27	N-(クロロフェニル) α, α'ジプロモスクシンイミド	>2000
B ノブコサイド-N-96	テトラクロルイソフタロニトリル	>2000
C SA-1118M	3-クロロ-4-フェニル-1,2-ジチオール-5-オン	>2000
D	トリフェニル錫フルオリド	460

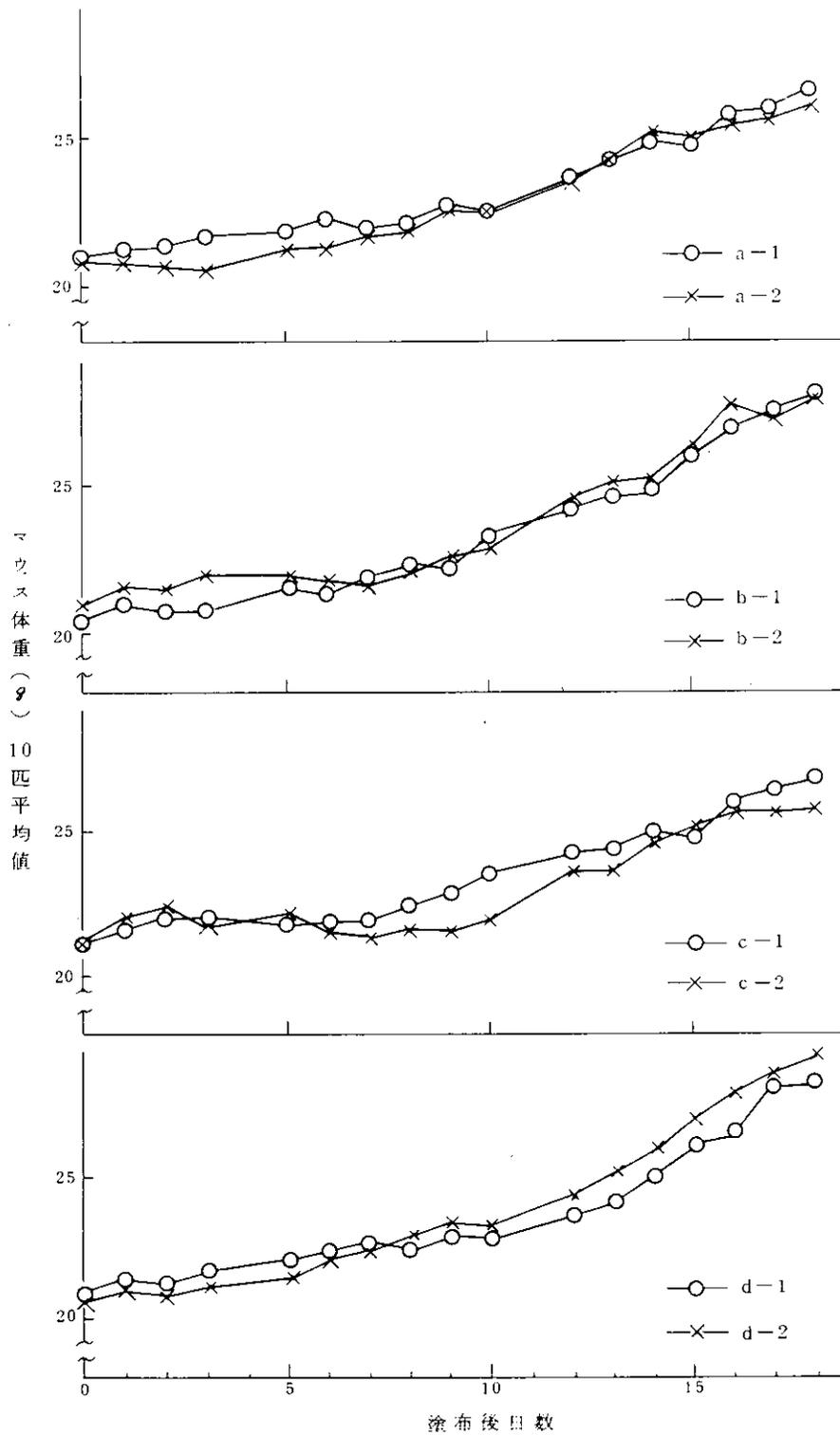


図 3.2-1 防汚ペイント塗布マウスの体重変動

表 3.2.2 防汚塗料の経皮毒性(皮膚・病理所見)

マウス

マウス群 (試料記号)	塗布後 3 日 目							塗布後 18 日 目						
	肉 眼 的 所 見	表 皮 肥 厚 ・ 角 化	基 底 細 胞 膨 化	浮 腫	細 胞 浸 潤	壊 死	表 皮 脱 落	肉 眼 的 所 見	表 皮 肥 厚 ・ 角 化	基 底 細 胞 膨 化	浮 腫	細 胞 浸 潤	壊 死	表 皮 脱 落
a-1	塗布剝離	±	±	±	+	-	+	脱一部潰瘍	++	+	-	±	-	-
-2	"	±	±	±	+	-	+	"	+	+	-	-	-	-
b-1	塗布剝離	±	±	±	+	-	+	発毛開始	±	±	-	-	-	-
-2	"	±	+	-	-	-	-	"	~±	±	-	-	-	-
c-1	ペイント固着	±	±	-	-	-	-	ペイント固着下部化膿	+	±	-	-	-	-
-2	"	+	±	-	±	-	-	脱一部潰瘍	±	~±	-	-	-	-
d-1	不変	±	±	-	-	-	-	発毛ススム	±	±	-	-	-	-
-2	不変	+	+	-	-	-	-	"	±	±	-	-	-	-

モルモット

動物群 (試験記号)	塗布後 3 日 目						
	肉 眼 的 所 見	表 皮 肥 厚 ・ 角 化	基 底 細 胞 膨 化	浮 腫	細 胞 浸 潤	壊 死	表 皮 脱 落
a-1	部分的脱毛	+	+	-	±	-	-
-2	"	+~++	+~++	-	±	-	-
b-1	"	±~+	±~+	-	-	-	-
-2	殆んど不変	±	±	-	-	-	-
c-1	"	±~+	±	-	-	-	-
-2	"	+	+	-	-	-	-
d-1	部分的脱毛	+	+	-	-	-	-
-2	"	±~+	+	-	-	-	-

家 兎

a-1	部分的脱毛 周囲, 軽い潰瘍	++	++	±	±	-	+
-2	"	++	++	±	±	+	+
b-1	部分的脱毛	+	+	±	-	-	-
-2	"	±~+	±~+	-	-	-	+
c-1	殆んど不変 点状脱毛軽度	~±	~±	-	-	-	-
-2	"	~±	-	-	-	-	-
d-1	"	±	+	-	-	-	-
-2	"	±	+	-	-	-	-

表 3.2.3 防汚剤の人皮膚に対する影響（パッチテスト）

被験者 No	性・年齢	アレルギー性素因	防 汚 剤		
			A:IZ-27	B:ノブコサイドN96	C:SA-1118M
1	♂ 41	—	—	—	—
2	♂ 39	—	—	—	—
3	♂ 39	—	—	—	—
4	♂ 37	—	—	—	—
5	♂ 34	—	—	—	—
6	♂ 32	—	—	—	—
7	♂ 30	—	—	—	—
8	♂ 28	—	—	—	—
9	♂ 27	—	—	—	—
10	♂ 27	—	—	—	—
11	♂ 24	—	—	—	—
12	♂ 24	—	—	—	—
13	♂ 24	—	—	—	—
14	♂ 23	—	—	—	—
15	♂ 22	—	—	—	—
16	♀ 38	—	—	—	—
17	♀ 38	—	—	—	—
18	♀ 31	—	—	—	—
19	♀ 31	—	—	—	—
20	♀ 28	—	—	—	—
21	♀ 23	—	—	—	—
22	♀ 23	—	—	—	—
23	♀ 22	—	—	—	—

塗布実験 マウス

写真 №	動物	塗料	塗布後日数
3. 2. 1	マウス	無処理	3 日目
3. 2. 2	"	a - 1	"
3. 2. 3	"	a - 2	"
3. 2. 4	"	b - 1	"
3. 2. 5	"	b - 2	"
3. 2. 6	"	c - 1	"
3. 2. 7	"	c - 2	"
3. 2. 8	"	d - 1	"
3. 2. 9	"	d - 2	"
3. 2. 10	マウス	無処理	18 日目
3. 2. 11	"	a - 1	"
3. 2. 12	"	a - 2	"
3. 2. 13	"	b - 1	"
3. 2. 14	"	b - 2	"
3. 2. 15	"	c - 1	"
3. 2. 16	"	c - 2	"
3. 2. 17	"	d - 1	"
3. 2. 18	"	d - 2	"

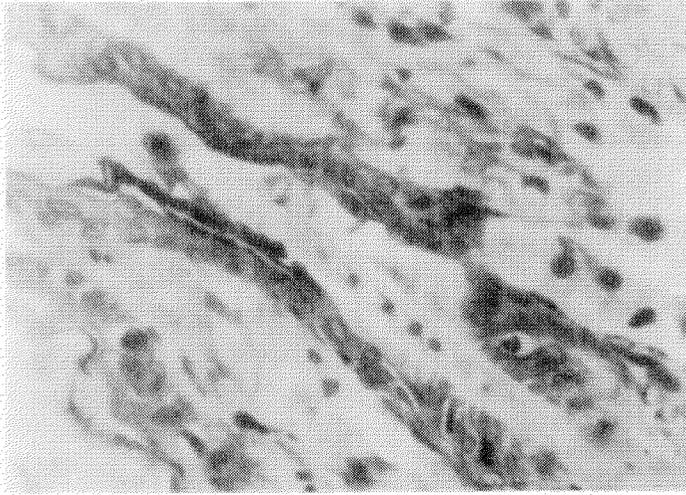


写真3.2.1

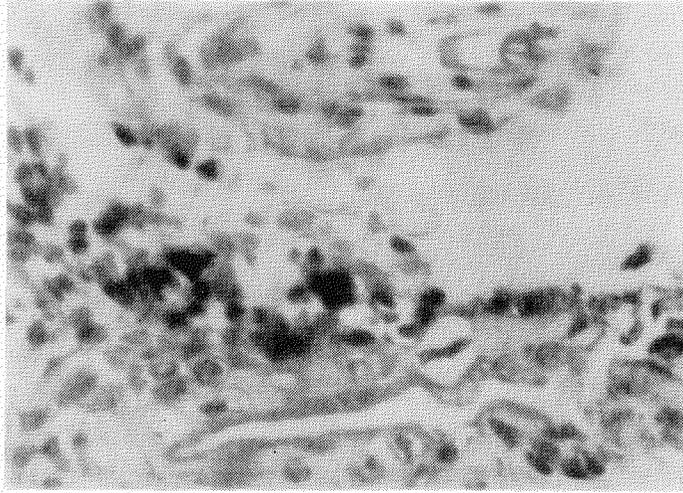


写真3.2.2

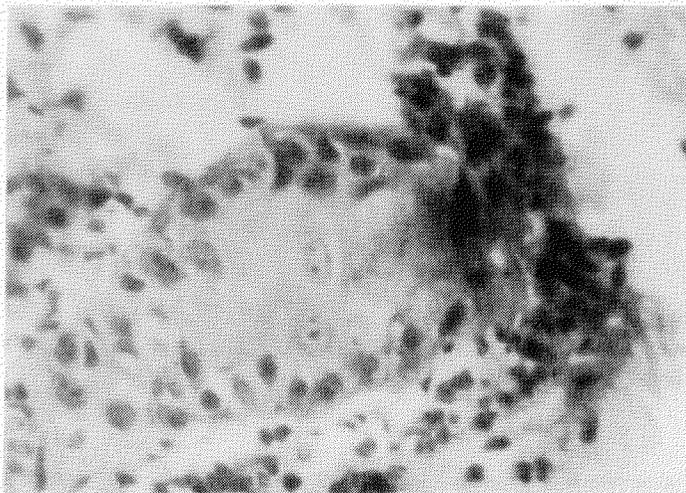


写真3.2.3

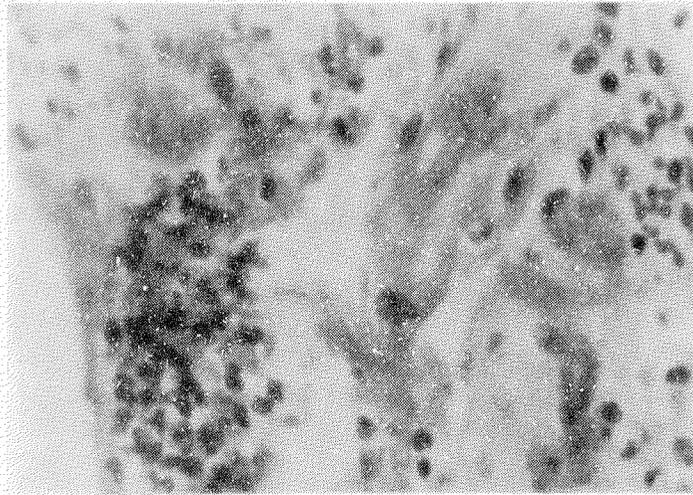


写真 3.2.4

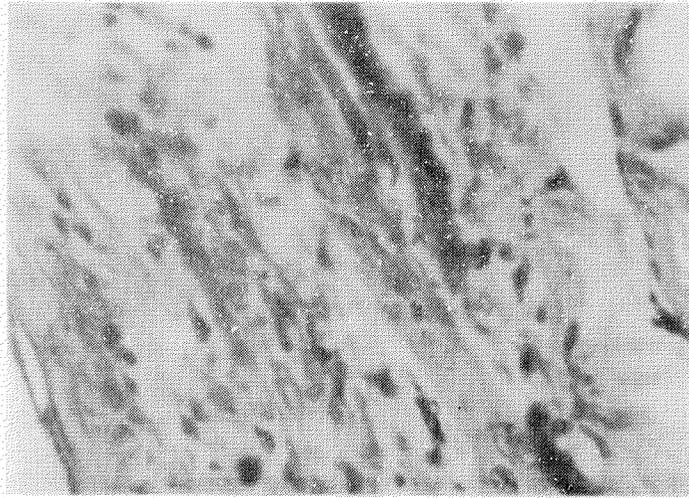


写真 3.2.5

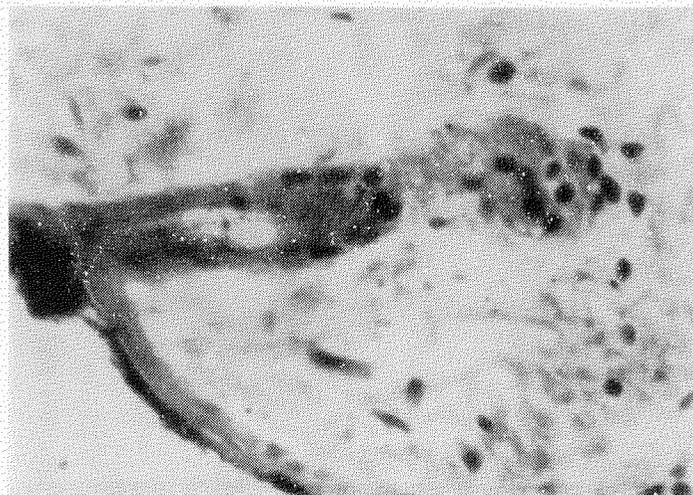


写真 3.2.6

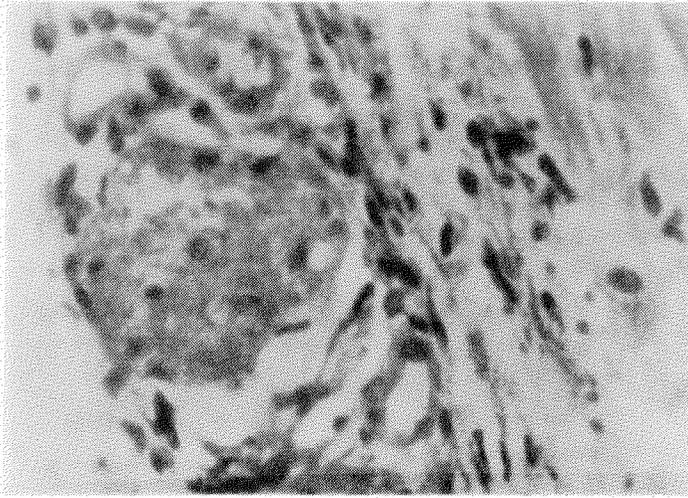


写真3.2.7

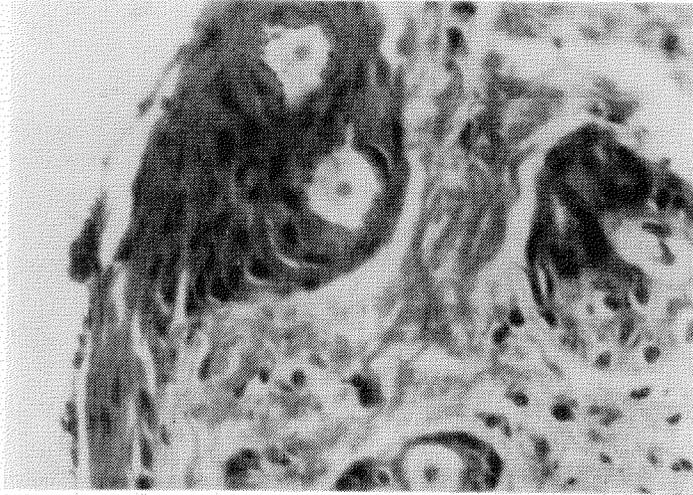


写真3.2.8

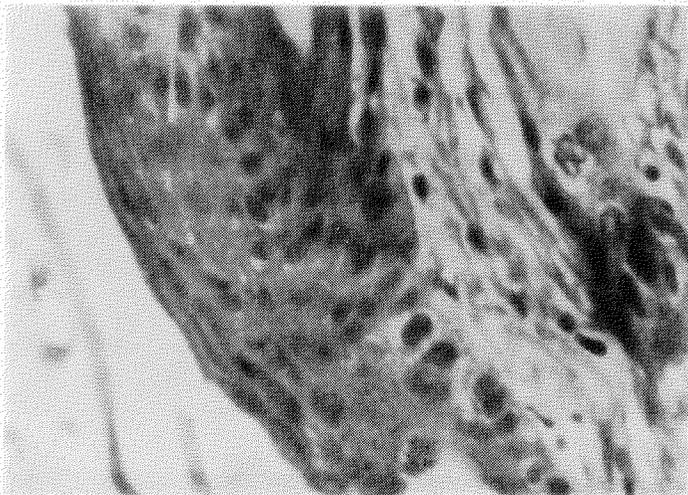


写真3.2.9

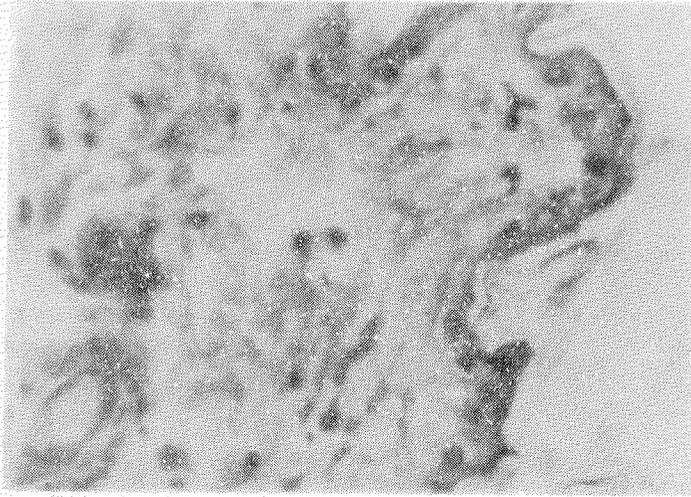


写真 3.2.10

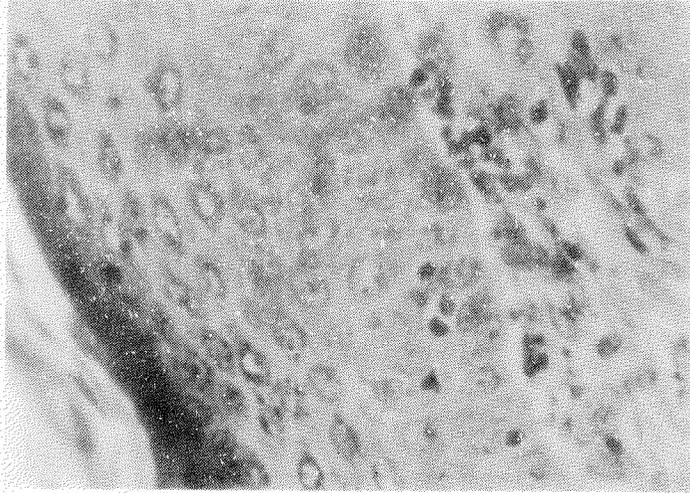


写真 3.2.11

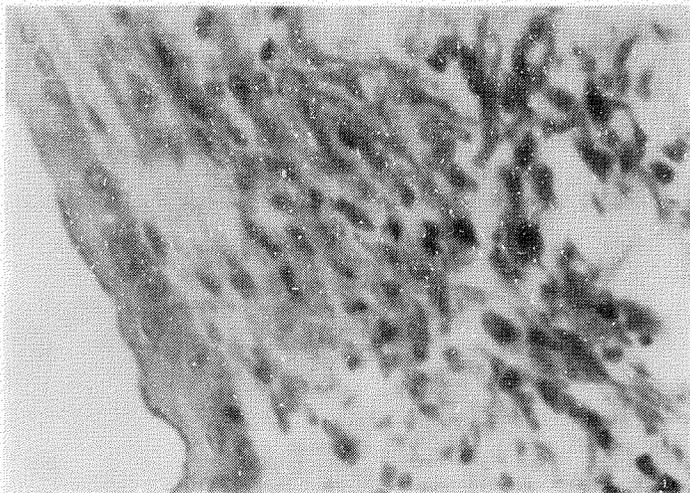


写真 3.2.12

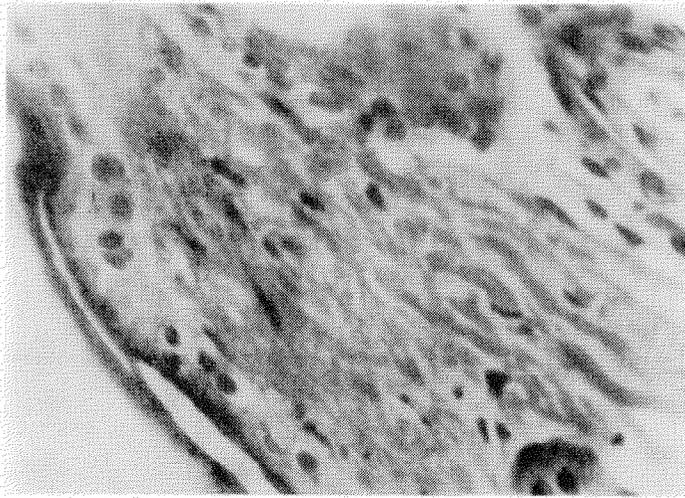


写真3.2.13

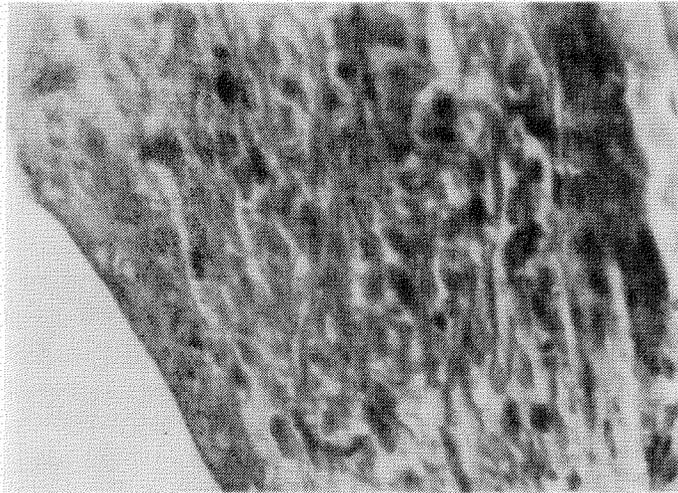


写真3.2.14

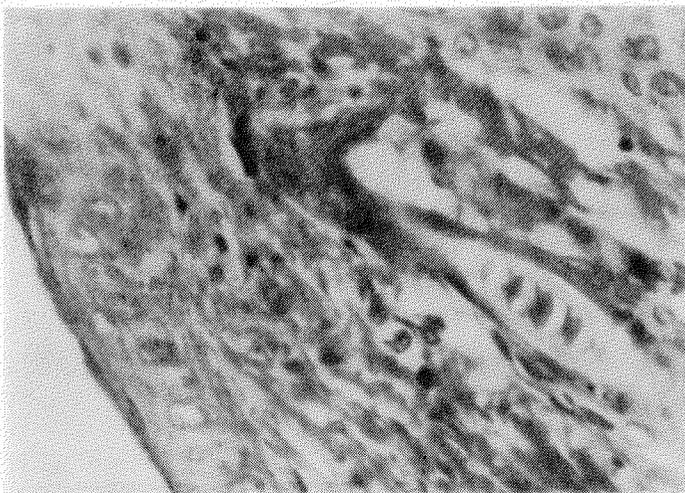


写真3.2.15

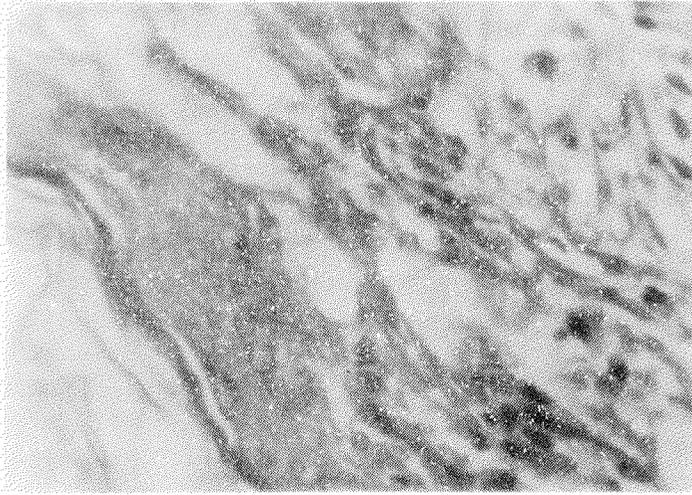


写真 3.2.16

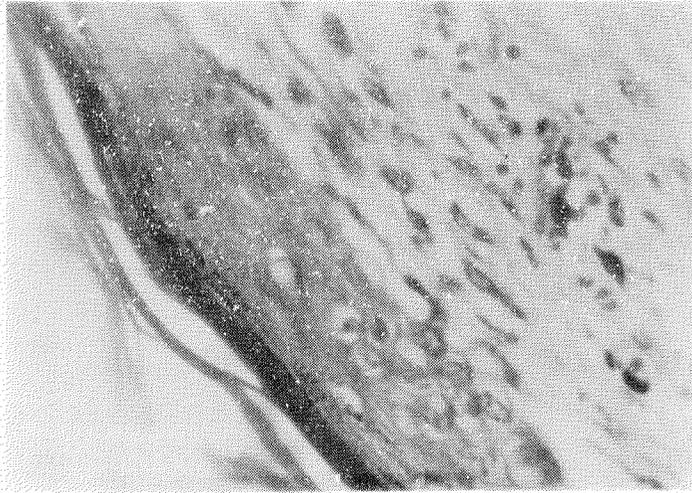


写真 3.2.17

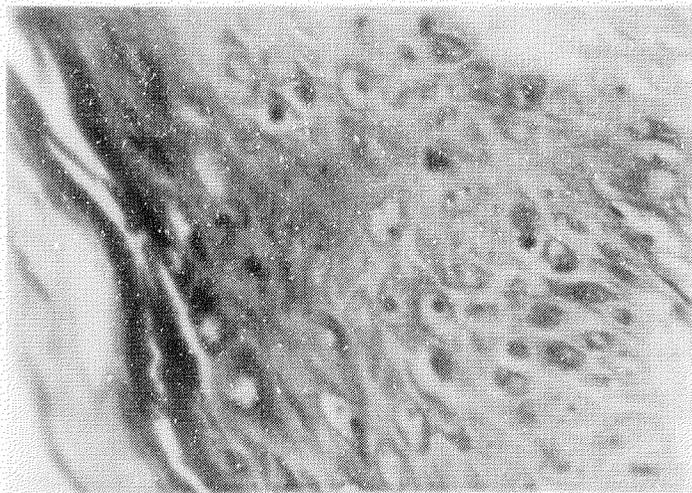


写真 3.2.18

塗布実験 モルモット・家兎

写真 No	動物	塗料	塗布後日数
3. 2. 19	モルモット	無処理	3 日
3. 2. 20	"	a - 1	"
3. 2. 21	"	a - 2	"
3. 2. 22	"	b - 1	"
3. 2. 23	"	b - 2	"
3. 2. 24	"	c - 1	"
3. 2. 25	"	c - 2	"
3. 2. 26	"	d - 1	"
3. 2. 27	"	d - 2	"
3. 2. 28	家兎	無処理	3 日
3. 2. 29	"	a - 1	"
3. 2. 30	"	a - 2	"
3. 2. 31	"	b - 1	"
3. 2. 32	"	b - 2	"
3. 2. 33	"	c - 1	"
3. 2. 34	"	c - 2	"
3. 2. 35	"	d - 1	"
3. 2. 36	"	d - 2	"

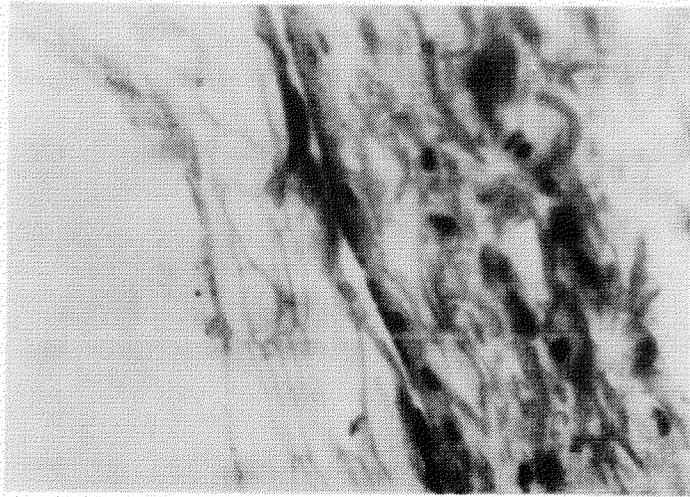


写真3.2.19

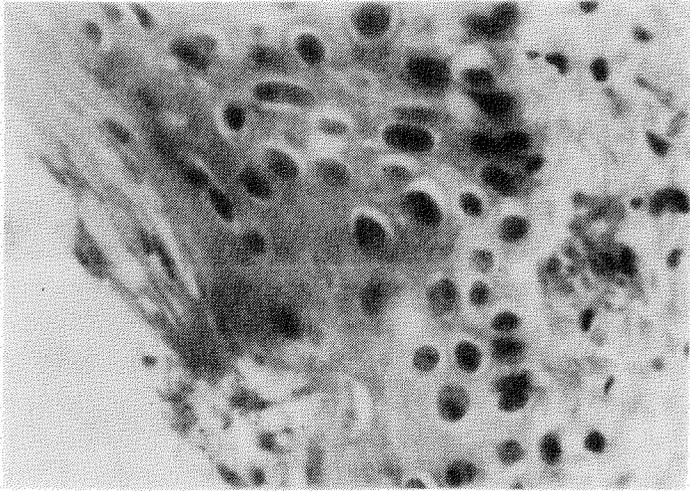


写真3.2.20

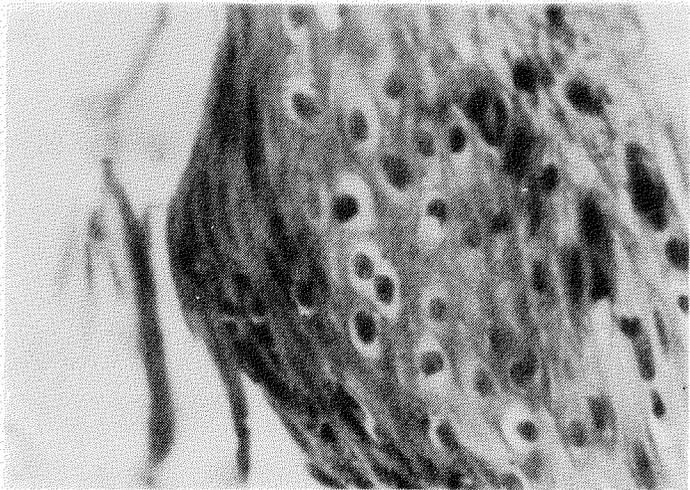


写真3.2.21

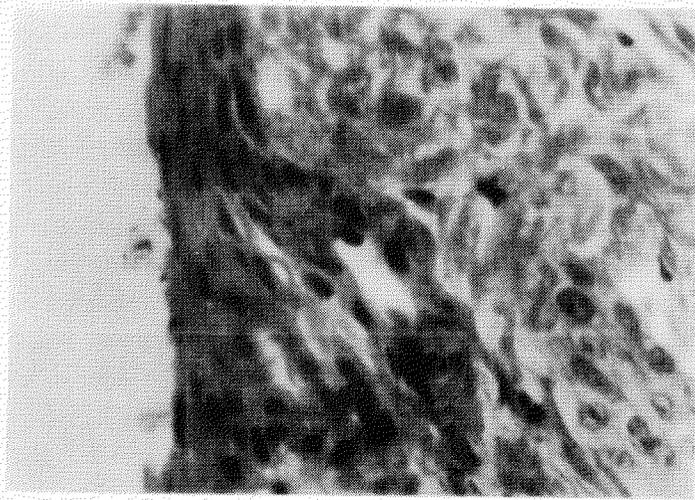


写真 3.2.22

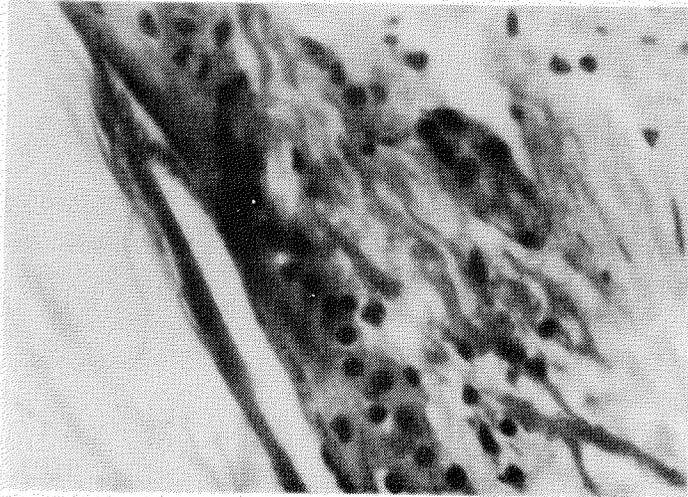


写真 3.2.23

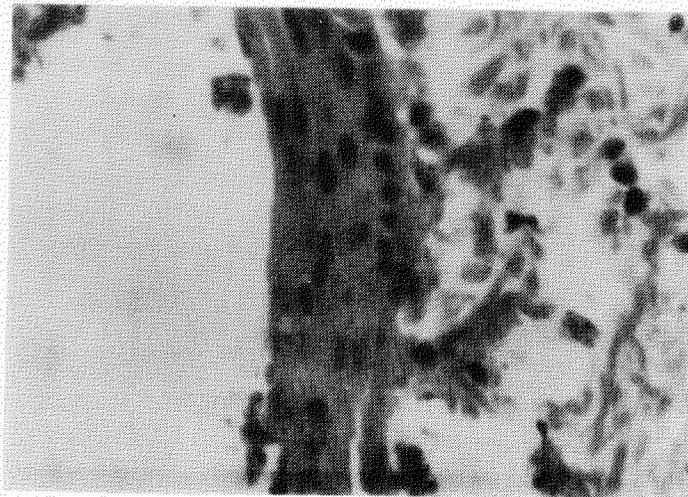


写真 3.2.24

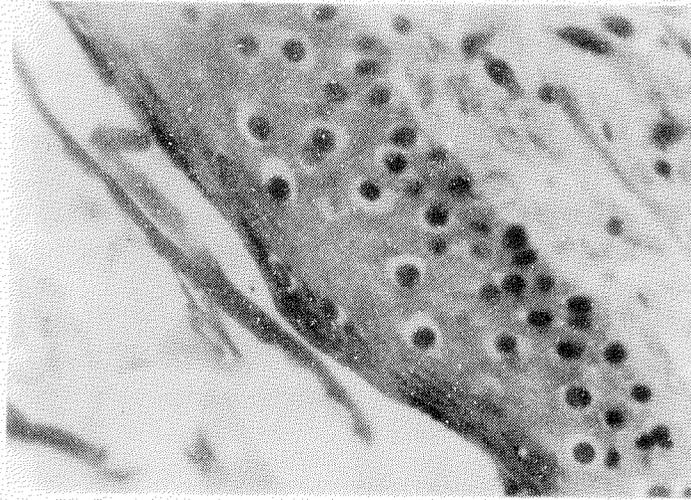


写真3.2.25

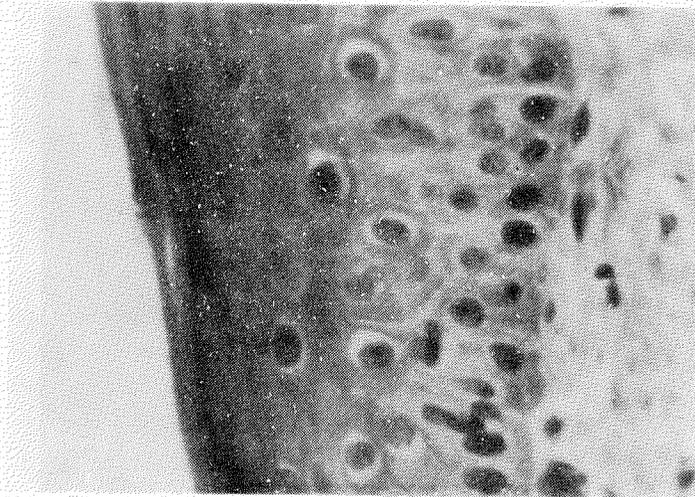


写真3.2.26

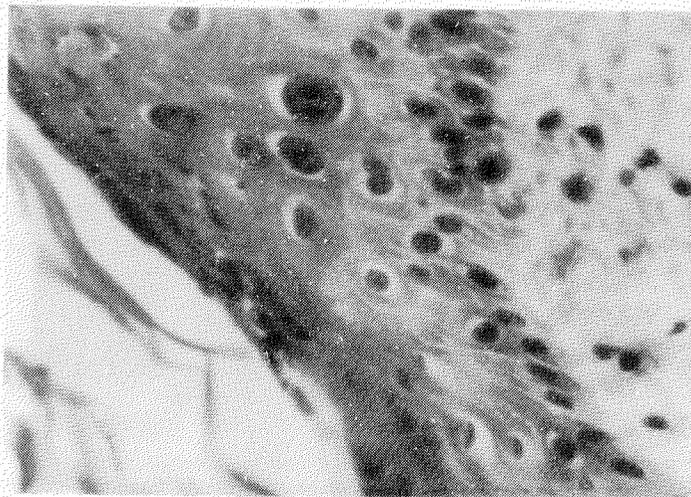


写真3.2.27

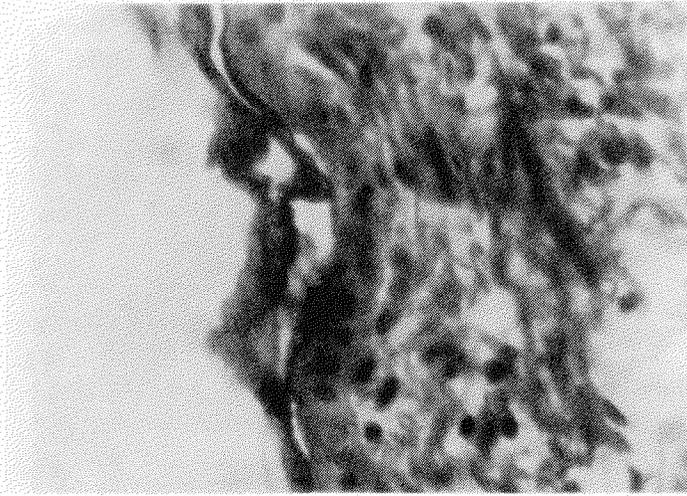


写真 3.2.28

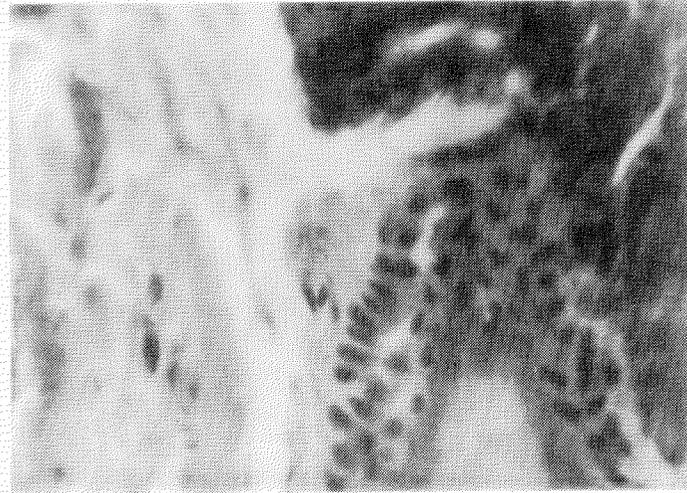


写真 3.2.29

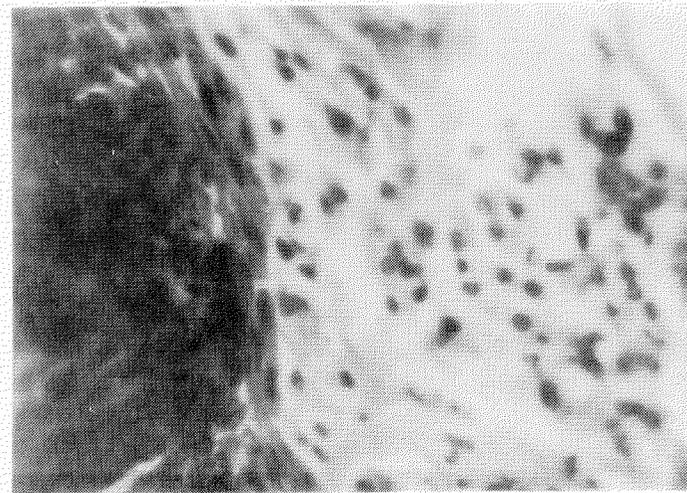


写真 3.2.30

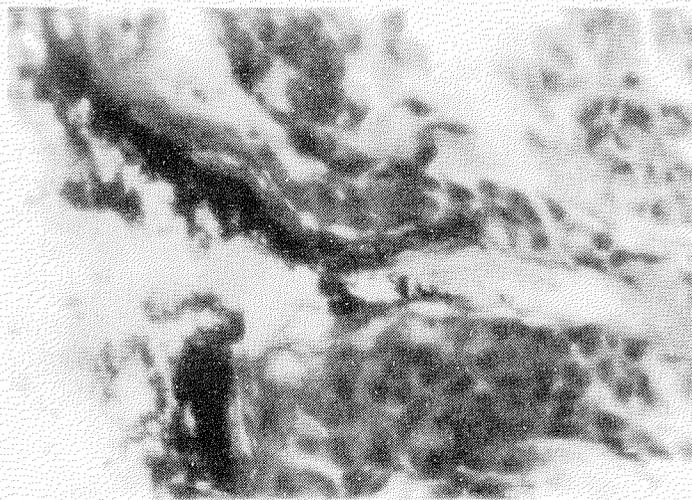


写真 3.2.31

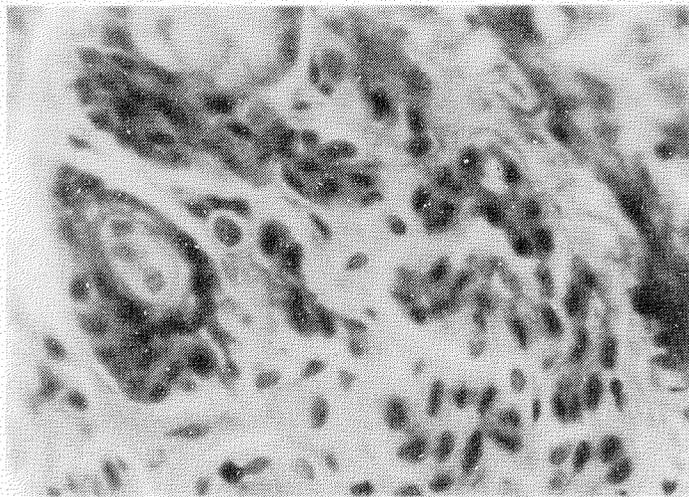


写真 3.2.32

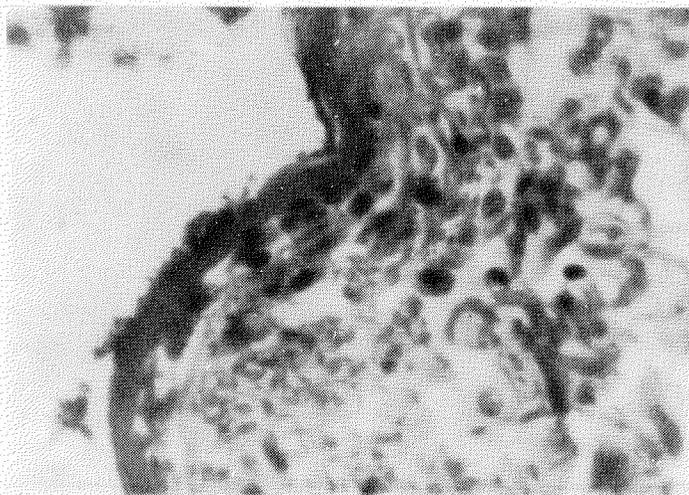


写真 3.2.33

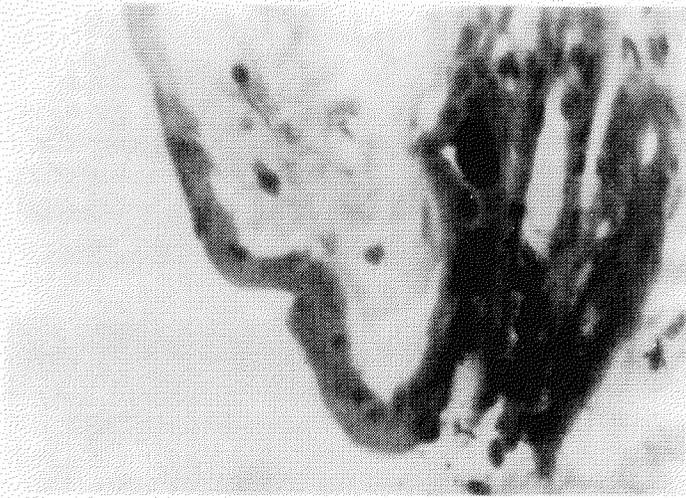


写真 3. 2. 34

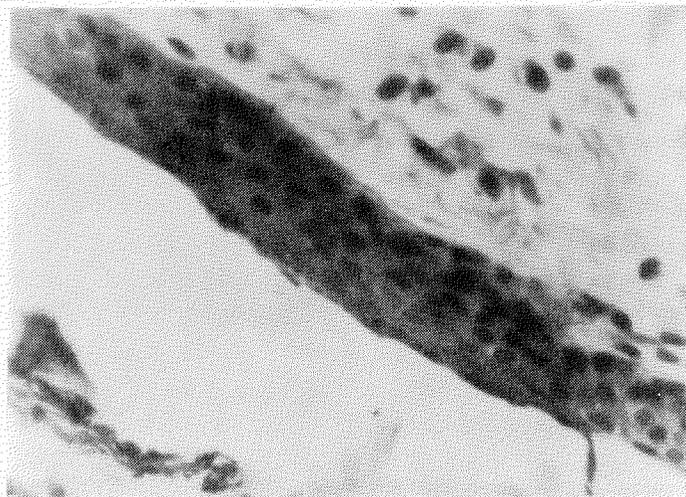


写真 3. 2. 35



写真 3. 2. 36

3.3 新薬物の試用試験

3.3.1 ロータリー試験法の開発（第2次）

(1) 試験要約

防汚塗膜表面の海水を流動させて、防汚剤の海水中への拡散を大きくした場合に防汚塗膜の効力と持続性が静置試験板の場合とどう変わるかを調べ、従来の固定筏での浸漬試験より実船に近い条件で防汚塗膜の効力を試験する目的で、昭和49年11月よりロータリー試験機による流動海水中での塗膜表面からの防汚剤の溶出速度の変化、残存防汚剤量、塗膜断面写真による溶出残渣塗膜厚を測定し、回転試験板と固定試験板での比較試験をおこなった。

第1次試験では、塩化ビニル系亜酸化銅型で実験し基礎データの集積をおこなった。（第141研究部会 昭和51年3月報告書）

第2次試験では、塩化ゴム系亜酸化銅型と塩化ゴム系有機スズ型塗料で、昭和50年11月から昭和51年5月までの6カ月間の試験で次の結果を得た。

- イ. 銅溶出速度 ; ロータリーによる回転試験板では、初期の $40.8 \text{ r/cm}^2/\text{day}$ が6カ月後には $9.6 \text{ r/cm}^2/\text{day}$ になったのに対し、固定試験板では初期の $40.8 \text{ r/cm}^2/\text{day}$ が6カ月後に $22.8 \text{ r/cm}^2/\text{day}$ に低下しただけであり、流動海水による銅溶出速度の低下は顕著であった。
- ロ. 有機スズ溶出速度 ; 有機スズ型塗料でも回転試験板の方が固定試験板よりも有機スズの溶出速度の低下は大きい、亜酸化銅型ほど顕著ではなかった。
- ハ. 塗膜中の残存銅量および残存スズ量 ; 亜酸化銅型および有機スズ型ともに回転試験板と固定試験板との間に残存防汚剤量について明らかな差は見出せなかった。この理由は、残存防汚剤量は塗布した膜厚と密接な関係があるが、測定用に切出す試験片は経日的に別々の場所から採取するために塗膜厚のバラツキが大きく影響したと考えられる。
- ニ. 塗膜断面写真による溶出膜厚 ; 亜酸化銅型塗料では亜酸化銅が溶出した塗膜残渣が亜酸化銅を含む赤色の塗膜下層部分と識別できるので、塗膜断面の顕微鏡写真により溶出残渣膜厚から亜酸化銅の溶出速度を測定することが出来る。
測定は直角切断法および斜切断法で測定し、溶出残渣膜厚が25週間後に回転試験板では $25.0 \mu \sim 32.5 \mu$ であるのに対し、固定試験板では $15.0 \mu \sim 15.4 \mu$ であり、回転試験板の方が、亜酸化銅の溶出・消耗は1.7～2.0倍早いといえる。

(2) 実験の目的および実験計画

第2次実験の目的は、塩化ゴム系亜酸化銅型および塩化ゴム系有機スズ型防汚塗料を用い、流動海水中および静止海水中における下記の項目を測定し、塩化ゴム系塗料における銅と有機スズの溶出速度を測定する。

- a. 防汚剤溶出速度の測定
- b. 塗膜中の残存防汚剤量の測定
- c. 塗膜断面の顕微鏡写真の撮影

実験の実施計画を（表3.3.1）に示す。

表 3.3.1 実験実施計画

実験 回次	実験月日	実験 期間	ロータリー試験板		固定浸漬試験板	
			亜酸化銅型	有機錫型	亜酸化銅型	有機錫型
初回	50年11.6	—	採取量 <i>cm</i>	採取量 <i>cm</i>	枚数	枚数
1	11.2.1	15	13×15	13×15	1	1
2	12.5	29	〃	〃	〃	〃
3	51年1.9	64	〃	〃	〃	〃
4	3.5	120	〃	〃	〃	〃
5	4.7	153	〃	〃	〃	〃
6	5.7	183	〃	〃	〃	〃

(3) 実験装置

実験装置概要は、第141研究部会昭和51年3月報告書3.3.1の(3)の通り。但し、本実験におけるドラム回転数は350rpm(5.83m/sec)である。

(4) 試験板

イ. 回転試験板(アルミ板) 1,100×350×0.3mm

ロ. 固定浸漬試験板(アルミ板) 100×250×0.3mm

ハ. 塗装系

W/P ; 1回塗

A/C ; 塩化ビニル系さび止塗料^{注1)} 2回塗

塩化ゴム系さび止塗料 2回塗

A/F ; 塩化ゴム系防汚塗料 2回塗

注1) 回転によるA/Cからの塗膜ハクリを防止するために塩化ビニル系さび止塗料を下塗りした。

ニ. 供試防汚塗料の組成と塗布量

供試防汚塗料の組成と塗布量を(表3.3.2)および(表3.3.3)に示す。

表 3.3.2 供試防汚塗料の組成

原料名	亜酸化銅型	有機錫型
ベンガラ	10	10
タルク		20
バライタ		10
亜酸化銅	50	
トリフェニル錫ハイドロキサイド		20
ロジン WW	12	12
塩化ゴム	6	6
D O P	2	2
キシロール	20	20
計	100	100

表 3.3.3 供試防汚塗料の塗布量

試験板	面積(mm)	A/F塗布量(g)
回転試験板亜酸化銅型	1100×175	45.9
” 有機錫型	1100×175	56.8
固定試験板亜酸化銅型	100×250	4.3
” 有機錫型	100×250	4.2

(5) 試験方法

測定項目および試験方法を次に示す。

- イ. 水温 ; 水槽入口および出口の海水温度。
- ロ. 比重 ; 水槽入口の海水比重。
- ハ. 銅溶出速度と錫溶出速度 ; 規定時間回転後に試験板を 15 cm × 13 cm の大きさに切断し 2 ℓ のガラス製フラスコ中の海水に浸漬し、20℃ の温度で空気攪拌 (500 cc/min) により 2 時間の溶出操作を行なった。溶出後の海水を各々下記の方法で分析し、溶出速度を測定した。
- ニ. 塗膜中の残存防汚剤量の測定 ; 規定時間毎に採取した試験板を乾燥した後、塗膜を溶解除去し、各々下記の分析法で定量分析した。
- ホ. 銅および錫の分析方法 ; 溶出海水中の銅量は原子吸光分析法により、塗膜中の残存銅量は化学分析法により、溶出海水中有機スズ量は試料海水をエーテル抽出し、硫一硝酸で湿式分解した後、Sn として矩形波ポーログラフで、塗膜中の残存有機スズは硫一硝酸で湿式分解しポーログラフで測定した。

(6) 実験結果

- イ. 海水温度・海水比重
海水温度・海水比重等を (表 3.3.4) に示す。

表 3.3.4 海水温度・海水比重

月 日	水温 [°C]		比 重	回 転 数	モーター出力		備 考
	入 口	出 口			電力 [W]	電流 [A]	
50. 11. 6							試験板取付
7	20.0	20.0	1.0180	350	22.0	7.9	
10	19.0	19.0	1.0175	”	22.5	8.2	
13	20.0	20.0	1.0190	”	24.0	8.3	
16	18.7	18.7	1.0170	”	23.0	8.0	
19	20.0	20.0	1.0190	”	23.5	8.3	
21	18.5	18.5	1.0185	”	22.5	8.0	第 1 回実験
22	19.0	19.0	1.0180	”	21.0	7.5	
25	”	”	1.0205	”	24.0	8.4	
28	20.5	20.5	1.0220	”	24.5	8.5	
12. 1	19.5	19.5	1.0225	”	22.0	8.0	
3	18.2	18.2	1.0220	”	21.5	”	

月 日	水 温〔℃〕		比 重	回 転 数	モ ー タ ー 出 力		備 考
	入 口	出 口			電 力〔W〕	電 流〔A〕	
50. 12. 5	19.0	19.0	1.0225	350	22.0	7.8	第2回実験
6	18.0	18.0	1.0200	"	"	"	
9	17.0	17.0	1.0175	"	"	"	
12	13.0	13.0	1.0205	"	23.5	8.3	
15	18.0	18.0	1.0240	"	24.0	8.5	
18	17.5	17.5	1.0230	"	"	8.4	
22	17.0	17.0	1.0250	"	23.5	"	
25	15.2	15.2	1.0230	"	24.0	"	
27	16.7	16.7	1.0235	"	"	"	
51. 1. 6	14.0	14.0	1.0240	"	23.5	8.2	第3回実験
9	13.8	13.8	1.0245	"	23.0	"	
12	13.5	13.5	1.0250	"	23.5	8.3	
16	14.0	14.0	1.0240	"	23.0	"	
19	13.0	13.0	"	"	22.0	8.0	
22	11.0	11.0	1.0245	"	23.0	"	
26	12.5	12.5	"	"	23.5	"	
29	12.0	12.0	1.0240	"	22.0	8.2	
31	13.0	13.0	1.0245	"	22.5	8.0	
2. 3	14.0	14.0	1.0245	"	24.0	8.4	
6	13.8	13.8	1.0230	"	"	"	
9	14.0	14.0	"	"	"	8.5	
12	"	"	1.0235	"	25.0	"	
16	"	"	1.0230	"	"	8.6	
19	15.5	15.5	1.0205	"	"	"	
23	14.0	14.0	"	"	"	8.5	
26	15.5	15.5	1.0215	"	24.0	8.3	
28	15.2	15.2	1.0220	"	23.5	8.2	
3. 2	13.0	13.0	1.0155	"	"	8.3	第4回実験
5	15.0	15.0	1.0215	"	25.0	8.5	
9	15.5	15.5	1.0230	"	23.0	8.2	
12	16.0	16.0	"	"	"	"	
15	"	"	1.0225	"	23.5	8.3	
18	16.7	16.7	1.0190	"	25.0	8.5	
23	14.7	14.7	1.0230	"	23.5	8.3	
26	15.0	15.0	1.0235	"	"	"	
29	15.5	15.5	1.0200	"	"	"	
4. 1	15.0	15.0	1.0160	"	22.5	8.0	第5回実験
3	"	"	1.0190	"	23.0	"	
7	16.5	16.5	1.0220	"	24.0	8.3	
10	15.2	15.2	1.0210	"	24.5	8.6	

月 日	水 温〔°C〕		比 重	回 転 数	モ ー タ ー 出 力		備 考
	入 口	出 口			電 力〔W〕	電 流〔A〕	
51. 4. 13	16.3	16.3	1.0205	350	25.0	8.7	
16	17.5	17.5	1.0150	"	24.0	8.5	
19	15.8	15.8	1.0205	"	24.5	8.6	
22	18.0	18.0	1.0200	"	25.0	8.7	
26	"	"	1.0220	"	"	8.8	
30	"	"	1.0205	"	"	8.9	
5. 1	20.0	20.0	1.0125	"	"	"	
4	18.0	18.0	1.0170	"	"	"	
7	19.0	19.0	1.0225	"	26.0	"	

ロ. 溶出速度

回転試験板と固定浸漬板の浸漬期間と銅および有機スズの溶出速度の関係を(表3.3.5)および(図3.3.1)に示す。

表 3.3.5 銅および有機スズの溶出速度

浸漬期間(日)	銅溶出速度 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{day}$		有機錫溶出速度 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{day}$	
	回転試験板	固定試験板	回転試験板	固定試験板
初 日	40.8	40.8	—	—
15 日	33.6	37.2	4.07	6.30
29 日	8.6	16.8	—	—
60 日	7.5	12.0	10.38	7.04
116 日	10.8	10.8	6.67	6.67
149 日	10.8	21.6	2.60	6.30
179 日	9.6	22.8	3.71	8.53

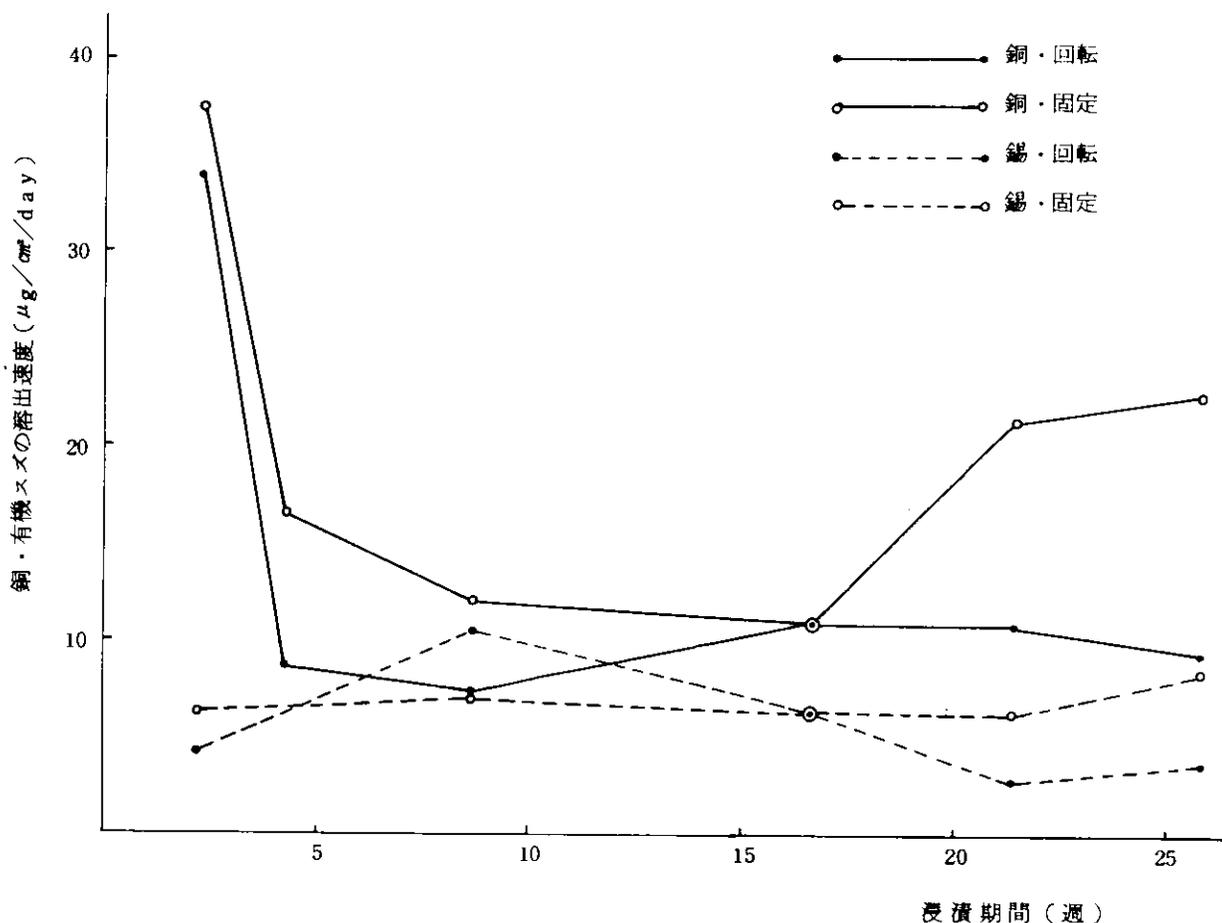


図 3.3.1 銅および有機スズの溶出速度

ハ、塗膜中の残存銅量と残存有機スズ量

回転試験板と固定浸漬試験板の塗膜中の残存銅量および残存有機スズ量と浸漬期間との関係を表 3.3.6 に示す。

表 3.3.6 残存銅および有機スズ量

浸漬期間(日)	銅残存量 (mg/塗膜 100 cm ²)		錫残存量 (mg/塗膜 100 cm ²)	
	回転試験板	固定試験板	回転試験板	固定試験板
0	2538.67	1578.67	—	745.54
15	2339.56	1728.00	610.35	826.23
29	2190.22	1578.67	601.43	659.22
60	2396.44	1244.44	574.12	767.94
116	2389.33	1443.56	738.20	695.16
149	2346.67	1479.11	838.14	684.96
179	2240.00	1258.67	752.36	682.75

ニ. 塗膜断面の顕微鏡写真

(a) 直角切断法

塗膜を鋭利なカッターで直角に切断し、防汚塗膜を金属アルミで蒸着した後、エポキシ樹脂中に試料を埋込み水ときペーパーで研磨し、顕微鏡写真を撮った。

顕微鏡 ニコン金属顕微鏡
倍率 205倍および815倍
フィルム コダカラーII

815倍の塗膜断面の顕微鏡写真より溶出部分の膜厚を測定した。

回転試験板と固定浸漬試験板の溶出部分の膜厚と浸漬期間の関係を表3.3.7および図3.3.2に示す。(写真3.3.1～3.3.52参照)

表 3.3.7 塗膜断面写真から溶出部分の膜厚(μ)

浸漬期間(週)	銅溶出部分の膜厚(μ)		錫溶出部分の膜厚(μ)	
	回転試験板	固定試験板	回転試験板	固定試験板
2	3.8	6.0	—	—
4	14.2	6.7	—	—
8	22.1	10.0	—	—
16	20.8	8.6	—	—
21	31.3	14.6	—	—
25	25.4	15.0	—	—

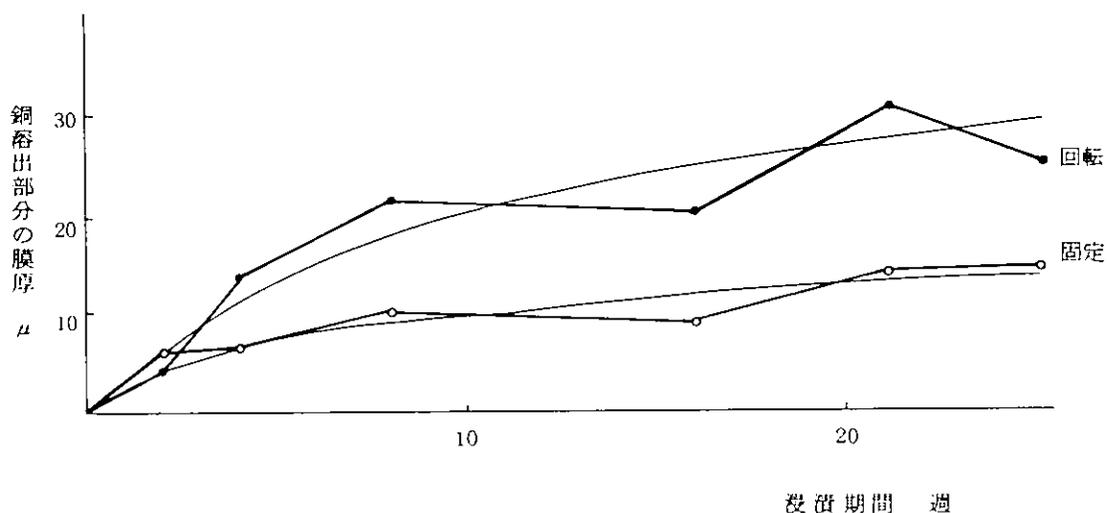


図 3.3.2 銅溶出部分の膜厚

(b) 斜切断法

図のように塗膜を鋭利なカッターで斜めに切断し、断面を400倍顕微鏡で検鏡し、膜厚を測定した。

h-1 亜酸化銅型塗料の溶出膜厚
 回転試験板と静止試験板について
 A/F全膜厚と溶出膜厚を測定し、
 表3.3.8および図3.3.3に示す。

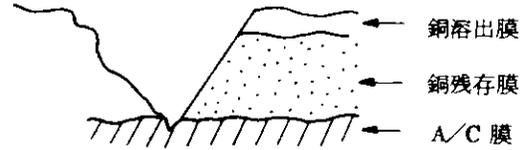


表 3.3.8 塗膜溶出膜厚測定結果 (亜酸化銅型塗料) μ

経過日数	回転試験板		静止試験板	
	A/F溶出膜厚(μ)	A/F全膜厚(μ)	A/F溶出膜厚(μ)	A/F全膜厚(μ)
0日 (11月6日)		138 108 166 149 140		
15日 (11月21日)	12 14 12 12.7	83 77 85 82	10 11 10 10.3	75 83 95 84
28日 (12月4日)	13 16 12 11 13.0	62 101 72 87 81		
64日 (1月9日)	28 27 13 12 20.0	84 114 89 79 92	11 11 11 11.0	56 72 80 70
120日 (3月5日)	32 20 15 10 12 17.8	103 72 75 79 67 79.2	25 23 8 6 8 14.0	105 87 86 92 60 86.2
153日 (4月7日)	47 44 41 51 42 45.0	92 95 95 85 88 91.0	7 23 18 20 6 14 14.7	59 90 79 65 98 65 76.0
183日 (5月7日)	38 33 30 29 32.5	116 147 81 76 65 97.0	14 18 25 15 5 15.4	65 50 84 77 68 68.8

b-2 有機スズ型塗料の全膜厚

有機スズ型塗料については溶出膜厚部分と未溶出膜厚部分の境界が明確でないため、A/Fの全膜厚を測定した。結果を(表 3.3.9)に示す。

表 3.3.9 全膜厚の変化(有機スズ型塗料) μ

経過日数	回 転 試 験 板		固 定 試 験 板	
	測定値	平均	測定値	平均
0日 (11月6日)	123 121 116 124	121		
15日 (11月21日)	140 132 143	138	160 141 161	154
28日 (12月4日)	144 138 138	140		
64日 (1月9日)	155 161 156	157	108 91 106	102
120日 (3月5日)	170 169 144 110 144	147.4	136 140 135 150 119	136.0
153日 (4月7日)	162 161 169 137 168	159.4	144 128 128 150 126	135.2
183日 (5月7日)	108 121 128 134 135	125.2	182 144 140 156 158	156.0

b-3 所要電力および電流の経過

回転装置に要した電力および電流の経過を表 3.3.10 および図 3.3.4 に示す。

表 3.3.10 所要電力および電流

期 間	平均電力 (W)	平均電流 (A)
1 1. 6 — 1 1.1 0	2 2. 3 3	8. 1 0
1 1 — 2 0	2 3. 7 0	8. 3 1
2 1 — 3 0	2 3. 5 0	8. 2 1
1 2. 1 — 1 2.1 0	2 1. 7 0	7. 9 0
1 1 — 2 0	2 3. 7 8	8. 3 7
2 1 — 3 1	2 3. 8 3	8. 4 0
1. 1 — 1.1 0	2 3. 3 3	8. 2 3
1 1 — 2 0	2 3. 0 7	8. 2 9
2 1 — 3 1	2 3. 0 5	8. 1 3
2. 1 — 2.1 0	2 3. 8 8	8. 4 0
1 1 — 2 0	2 4. 7 5	8. 5 5
2 1 — 2 9	2 3. 9 3	8. 3 6
3. 1 — 3.1 0	2 3. 7 8	8. 3 2
1 1 — 2 0	2 3. 3 1	8. 2 6
2 1 — 3 1	2 3. 6 3	8. 3 0
4. 1 — 4.1 0	2 3. 5 6	8. 2 7
1 1 — 2 0	2 4. 1 9	8. 5 8
2 1 — 3 0	2 5. 0 0	8. 8 3
5. 1 — 5. 7	2 5. 2 6	8. 9 0

モーター回転数 350 rpm (5.83 m/sec)

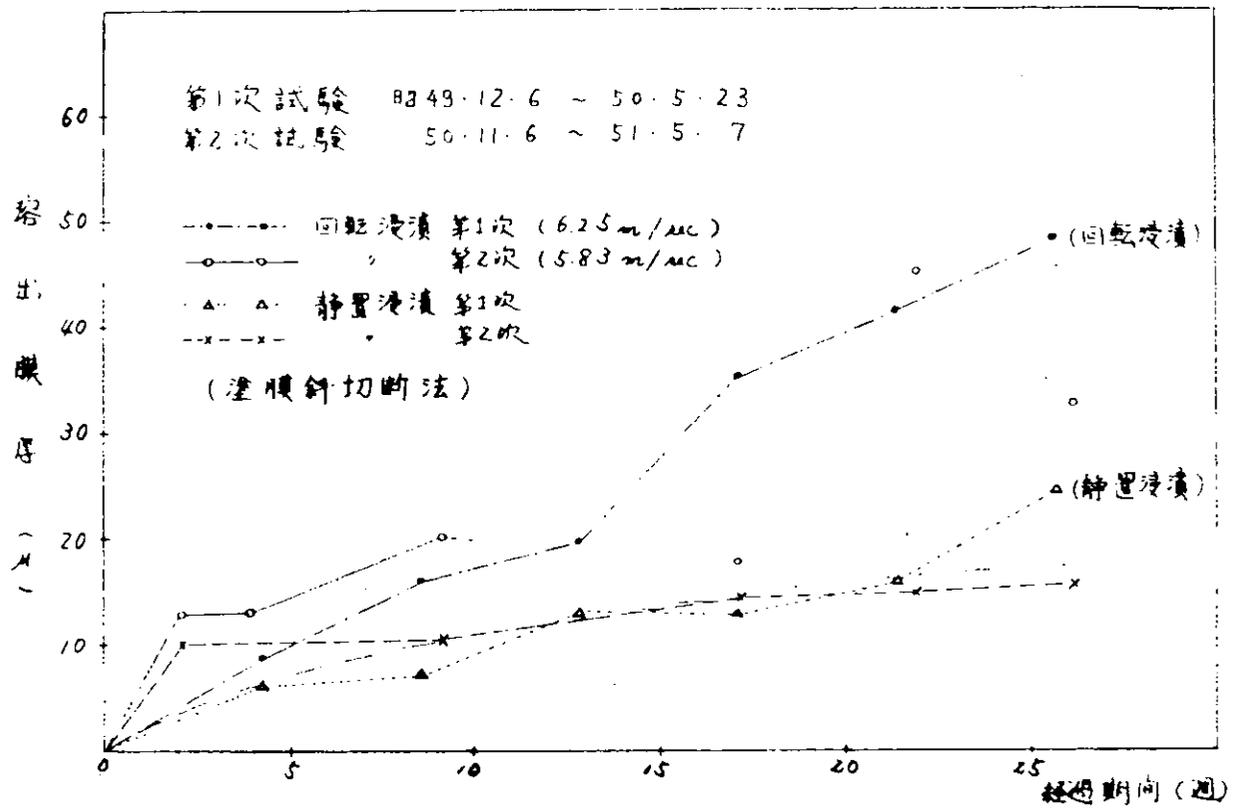


図 3.3.3 亜酸化銅型塗料試験板溶出膜厚

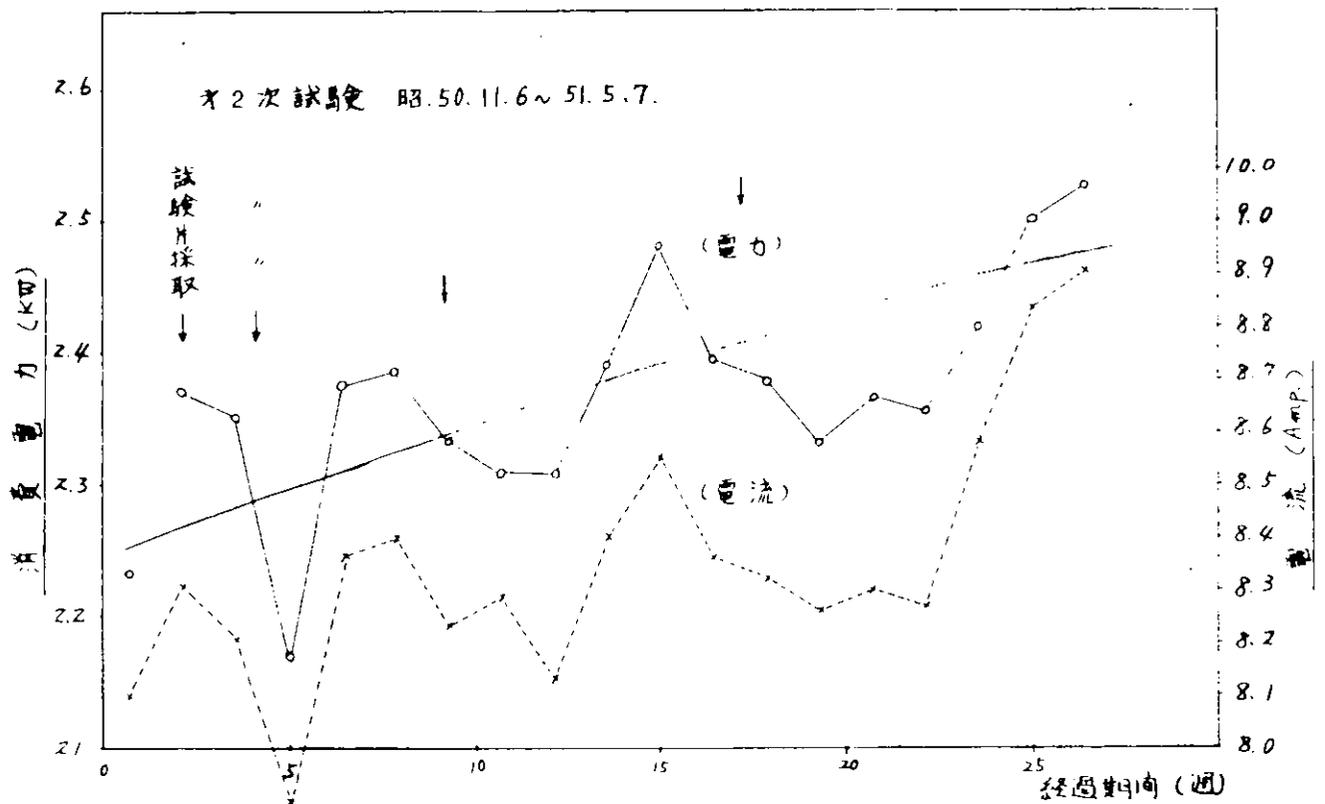


図 3.3.4 回転装置の消費電力

b-4 考 察

全膜厚および溶出膜厚が測定時期によってバラツキがあり、とくに回転試験板では大きい。これは膜厚測定用試料片のサンプリング位置が測定時期毎に異なるため、A/F塗装時における膜厚の不均一性によると考えられる。

膜厚測定用試料片は、回転または静置試験板より2 cm×2 cmの大きさに切り取り、この上の4～5点を測定し、平均値で示した。この切片の試験板における位置が膜厚のバラツキとして出たと考えられる。

膜厚バラツキのもう一つの原因として塗膜表面の流失が考えられる。A/Cと未溶出A/Fの境界線は比較的的水平であるが、溶出A/F層の表面すなわち海水と接する面は動流水によるエロージョンにより凹凸に塗膜が流失することが考えられる。(図3.3.5)

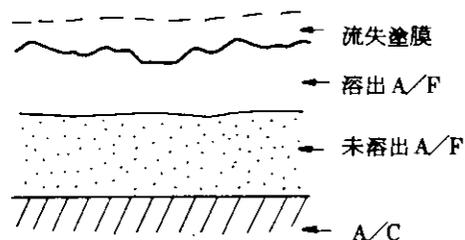


図 3.3.5 流失塗膜

直角切断法における塗膜固定用エポキシ樹脂の硬化収縮により、塗膜に負の圧力がかかり、全膜厚がやゝ大きく出る可能性があり、また、凝集力の弱い塗膜では塗膜の内部破壊が起り、亀裂を生ずる場合があった。

回転ドラム表層における水流は、ドラム表面の円周方向流とこれに垂直な上昇・下降流の合成流動と考えられる。これはドラム上・下面のフランジの影響と考えられる。(図3.3.6)

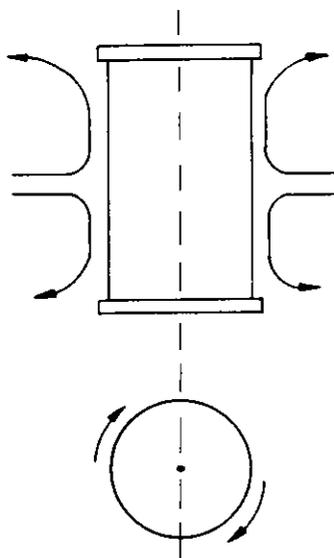


図 3.3.6 ドラムの表面流

塩化ゴム系有機スズ型

浸
漬
前

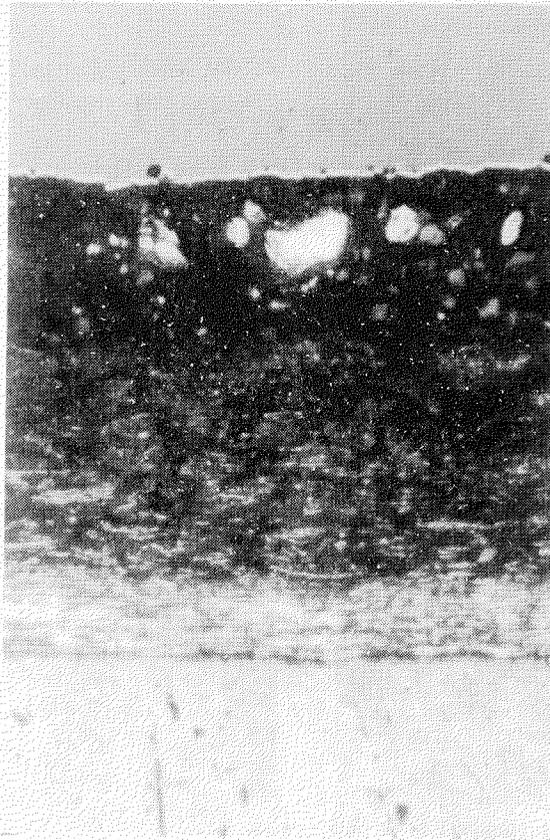


写真3.3.1

倍率 205 倍

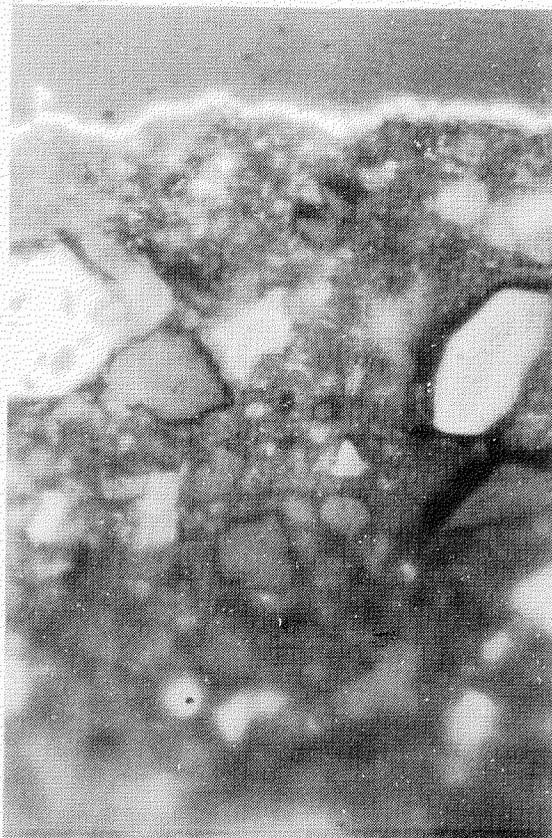


写真3.3.2

倍率 815 倍

浸漬期間
2週



写真 3.3.3

倍率 205 倍

写真 3.3.5

回
転
試
験
板

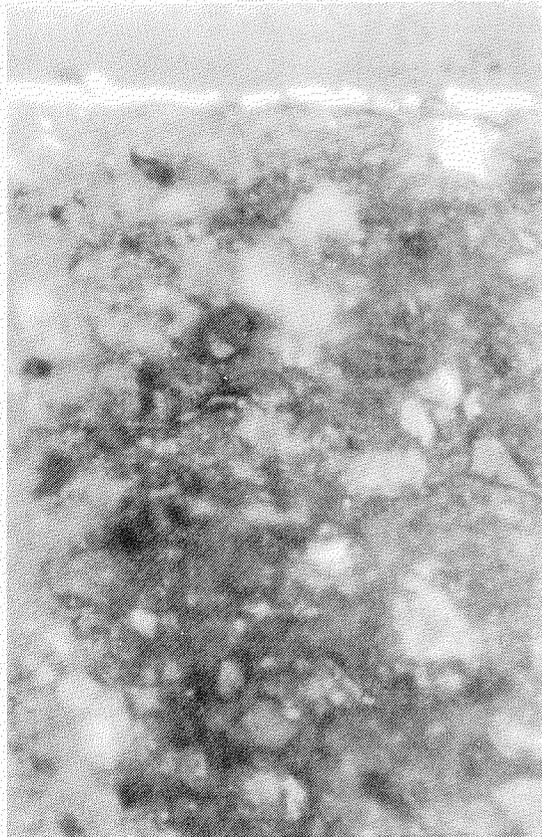
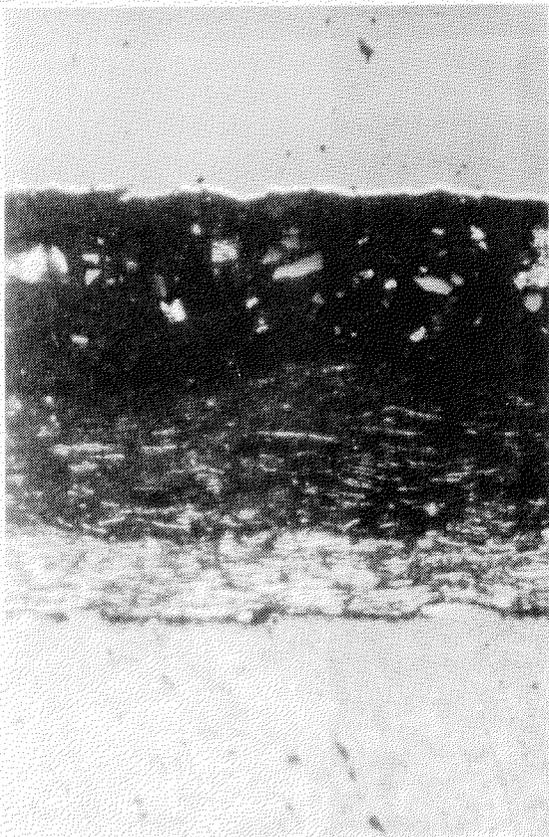


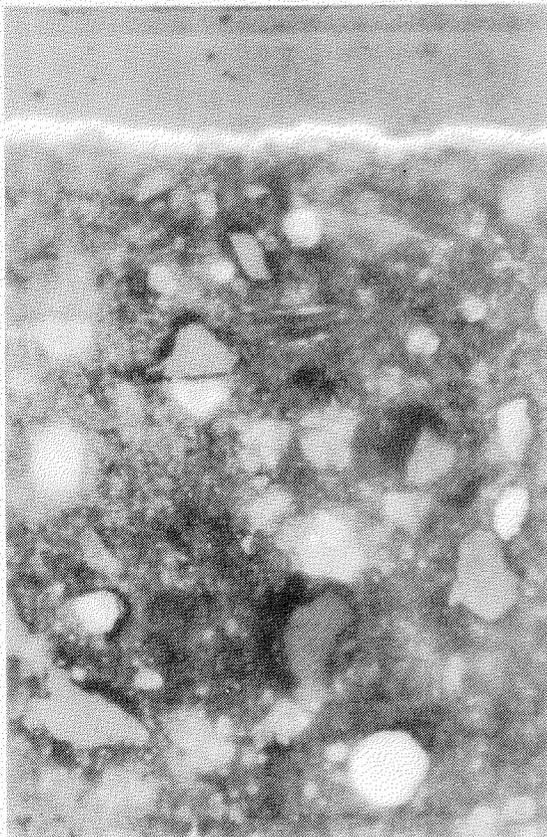
写真 3.3.4

倍率 815 倍

写真 3.3.6



固
定
試
験
板



浸漬期間 4 週

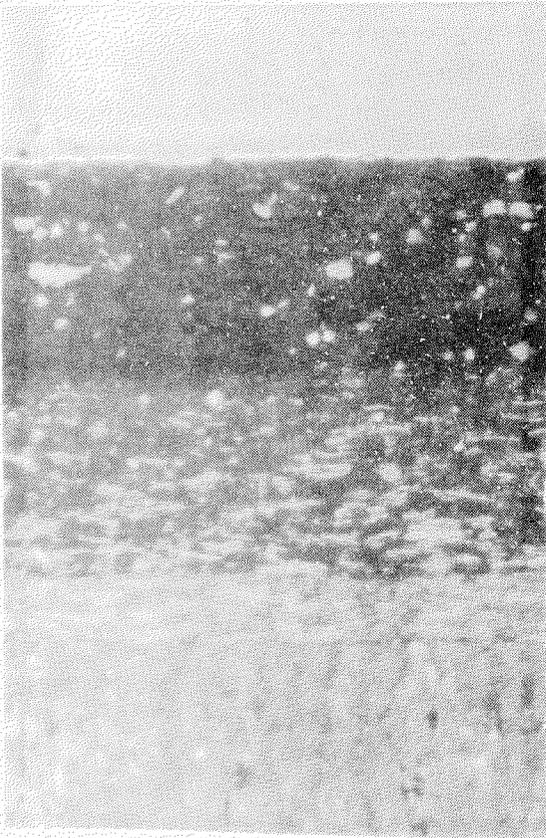
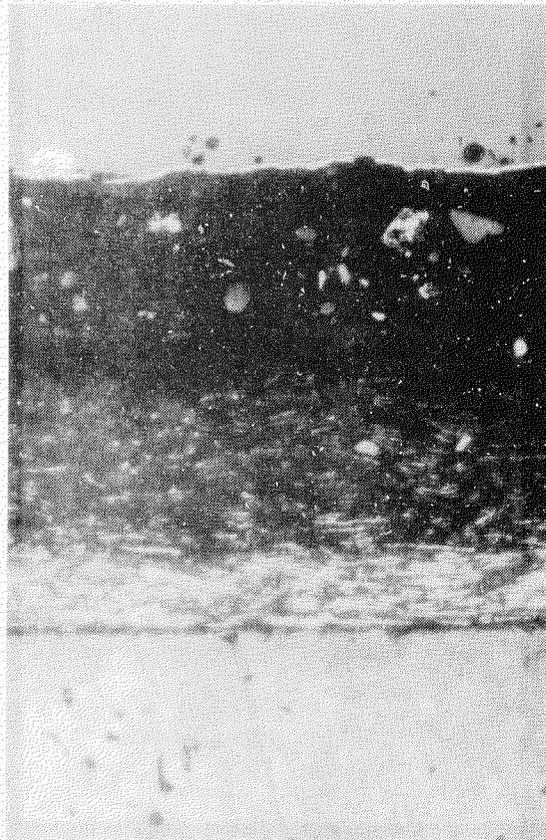


写真 3.3.7

倍率 205 倍

写真 3.3.9



回 転 試 験 板

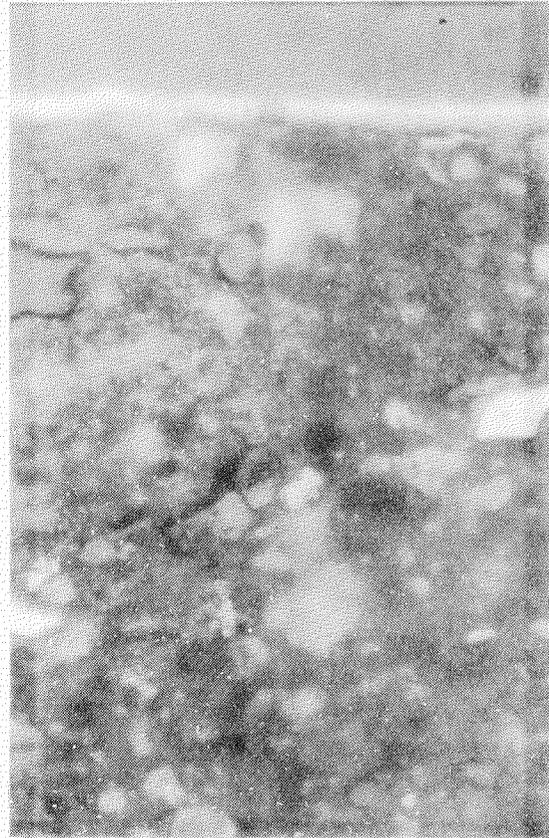
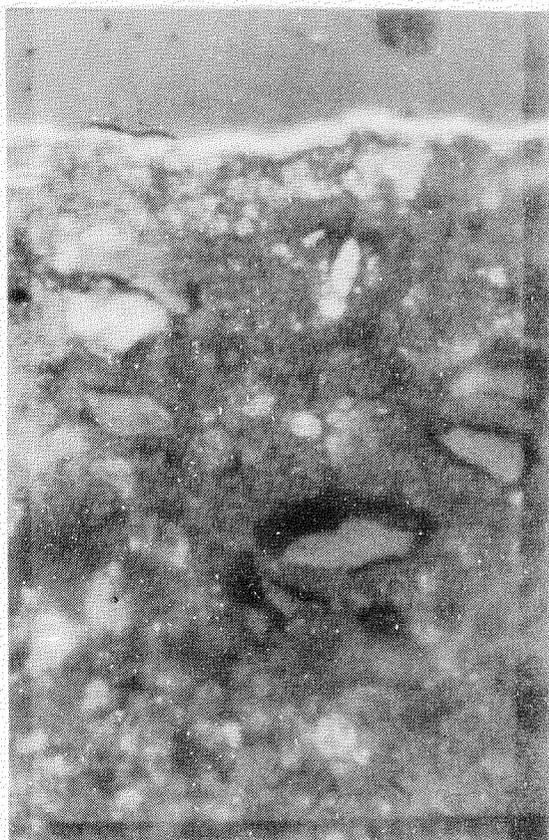


写真 3.3.8

倍率 815 倍

写真 3.3.10

固 定 試 験 板



浸漬期間
8週

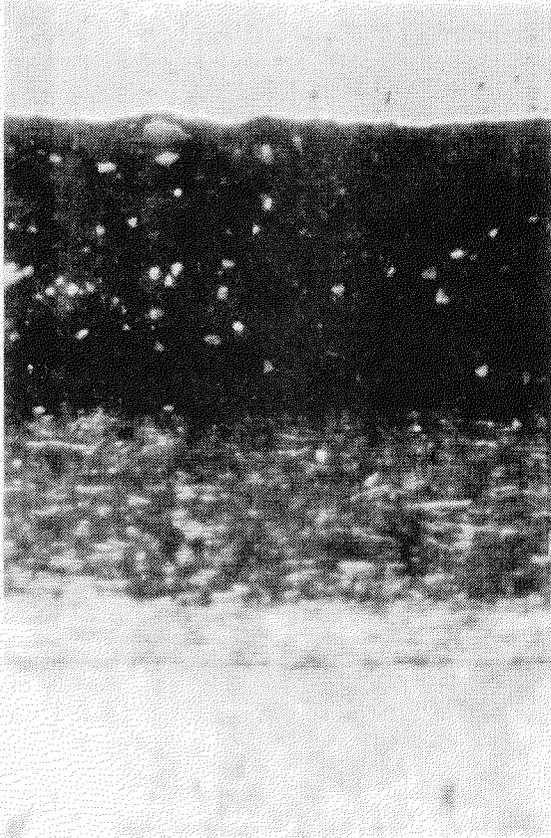


写真3.3.11

倍率 205 倍

写真3.3.13

回転試験板

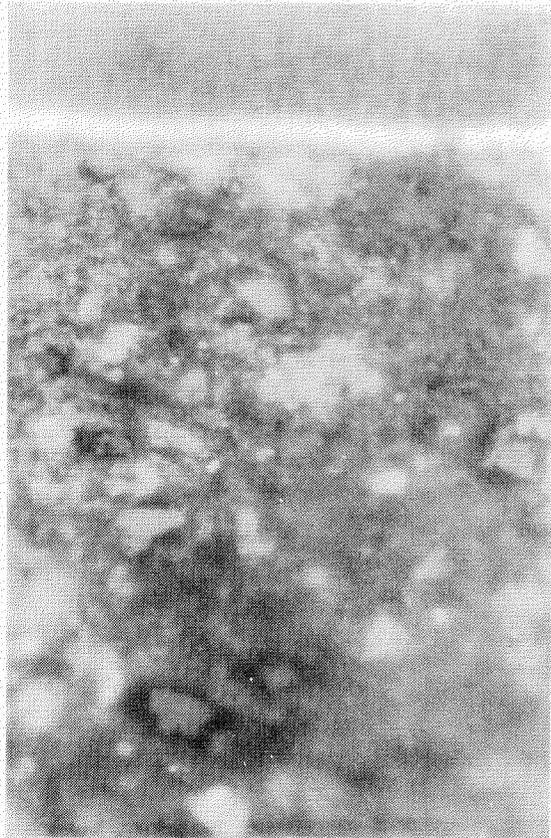


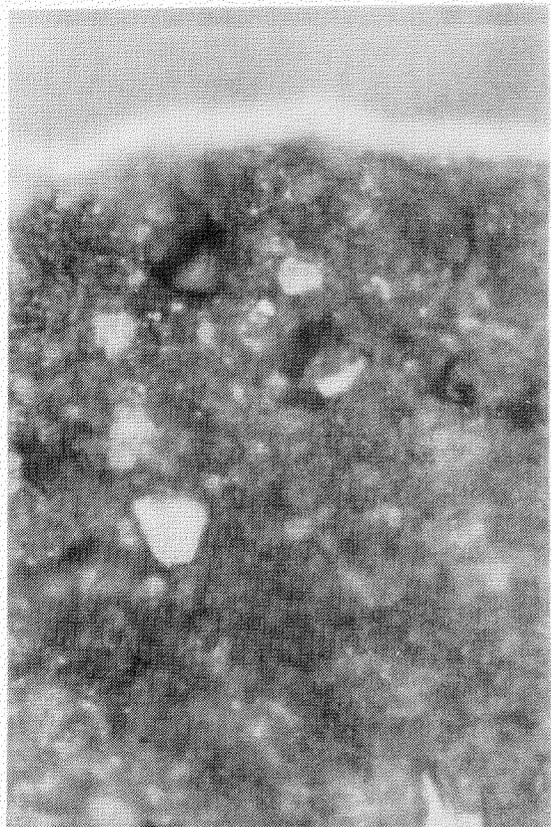
写真3.3.12

倍率 815 倍

写真3.3.14



固定試験板



浸漬期間
16週



写真3.3.15

倍率 205 倍

写真3.3.17

回
転
試
験
板

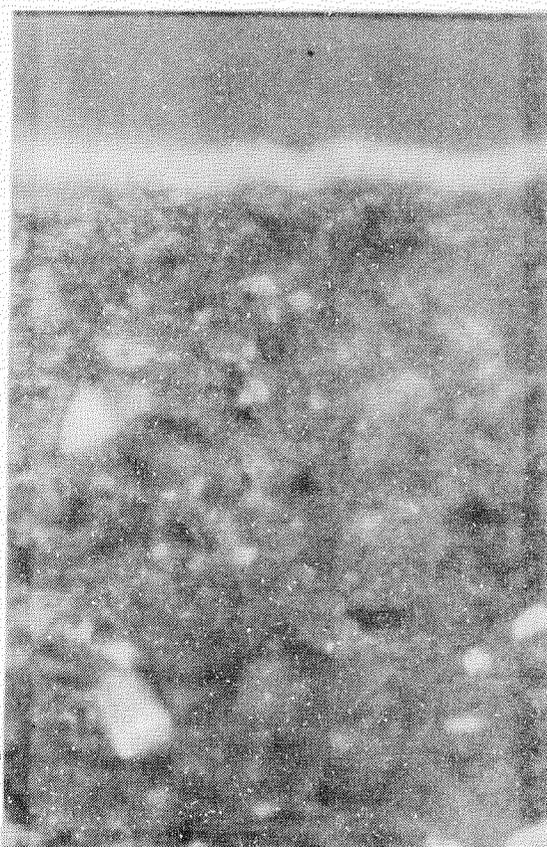
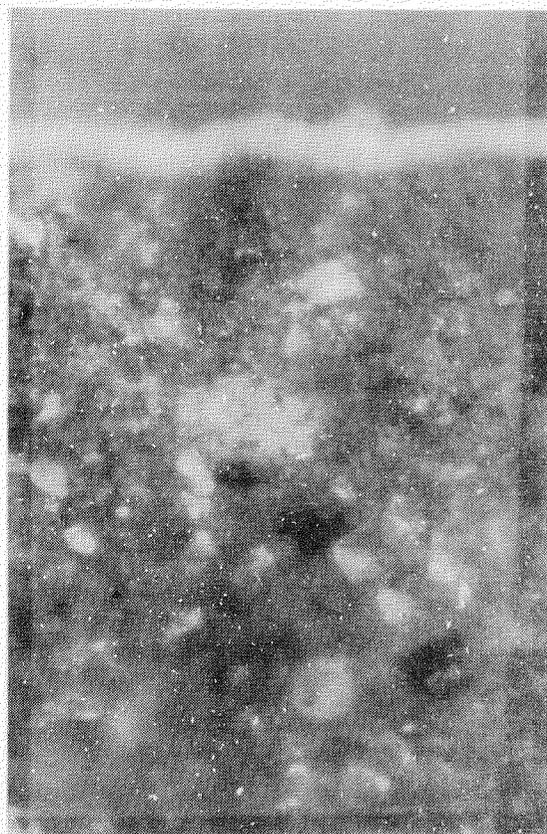
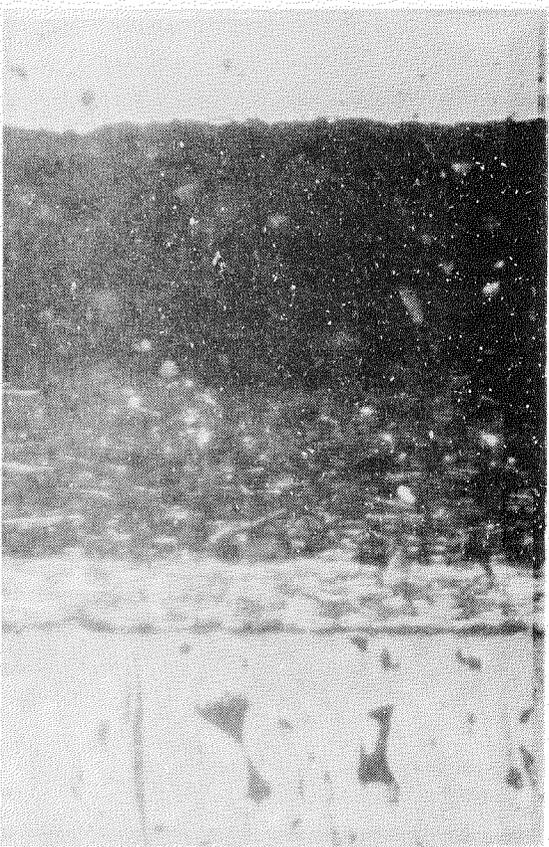


写真3.3.16

倍率 815 倍

写真3.3.18

固
定
試
験
板



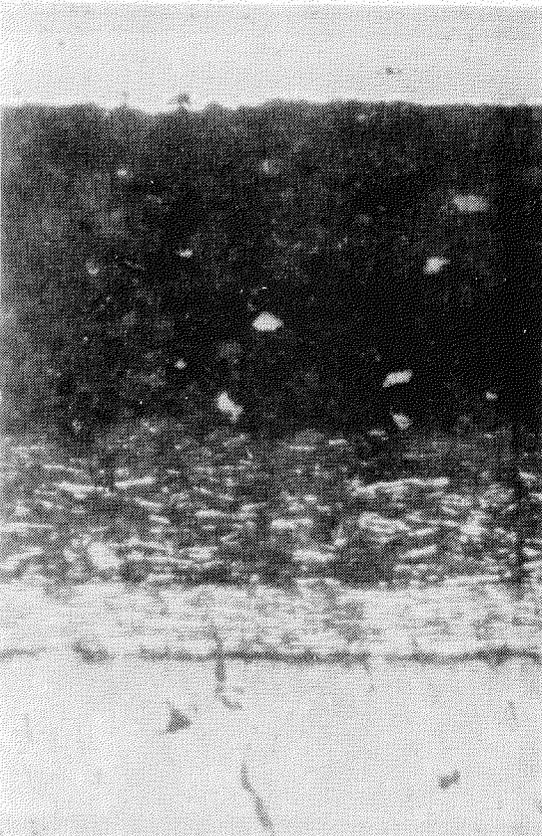
浸漬期間
20週



写真3.3.19

倍率 205倍

写真3.3.21



回
轉
試
驗
板

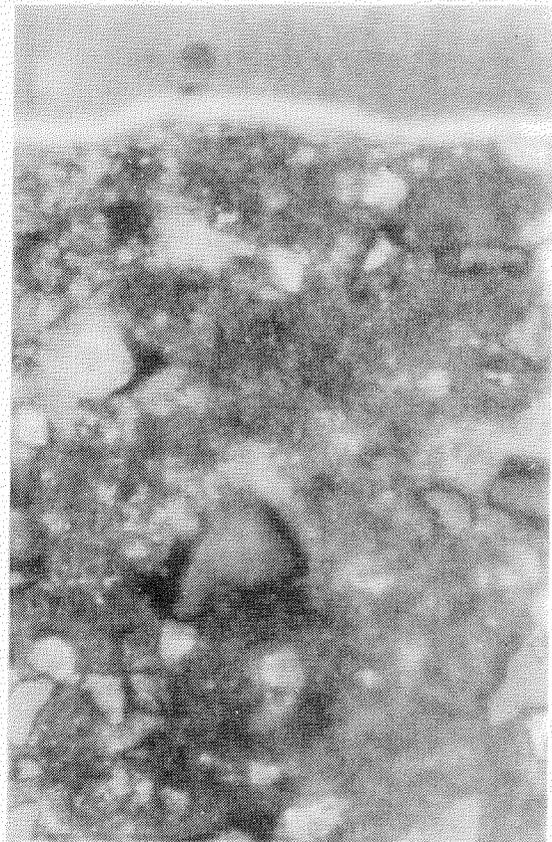
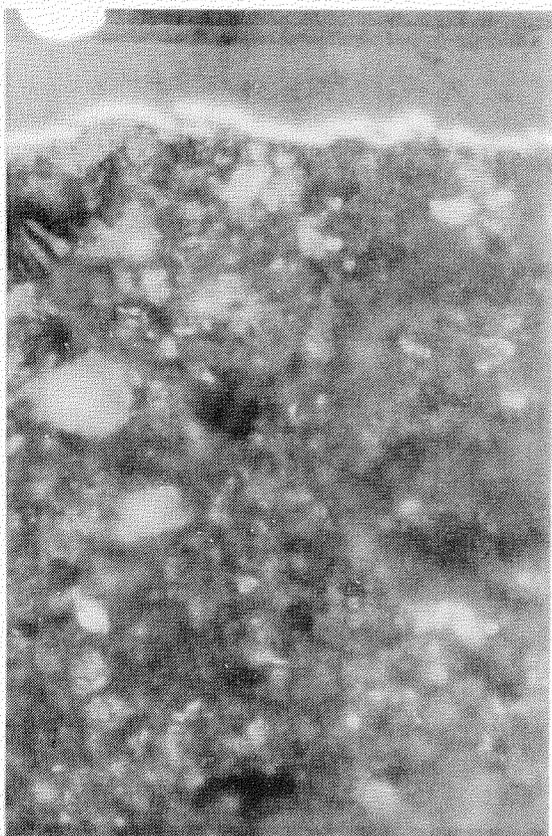


写真3.3.20

倍率 815倍

写真3.3.22

固
定
試
驗
板



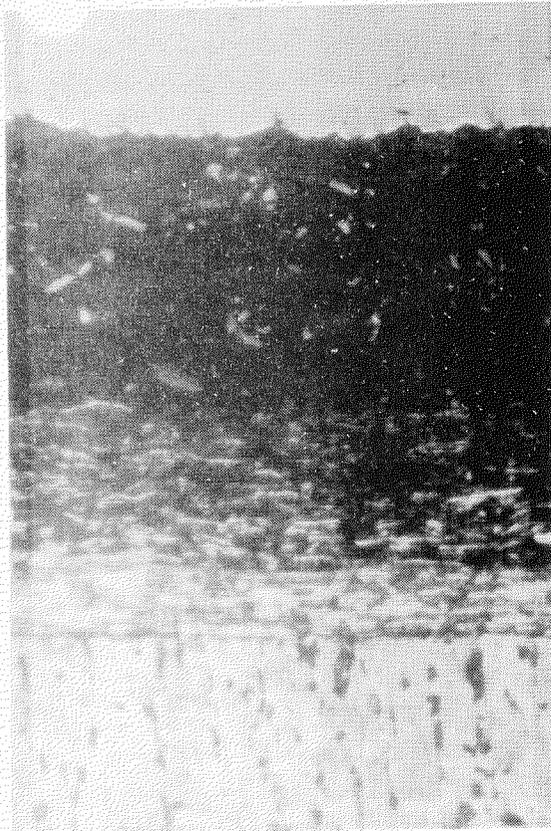
長
漬
期
間
24
週



写真 3.3.23

倍率 205 倍

写真 3.3.25



回
転
試
験
板

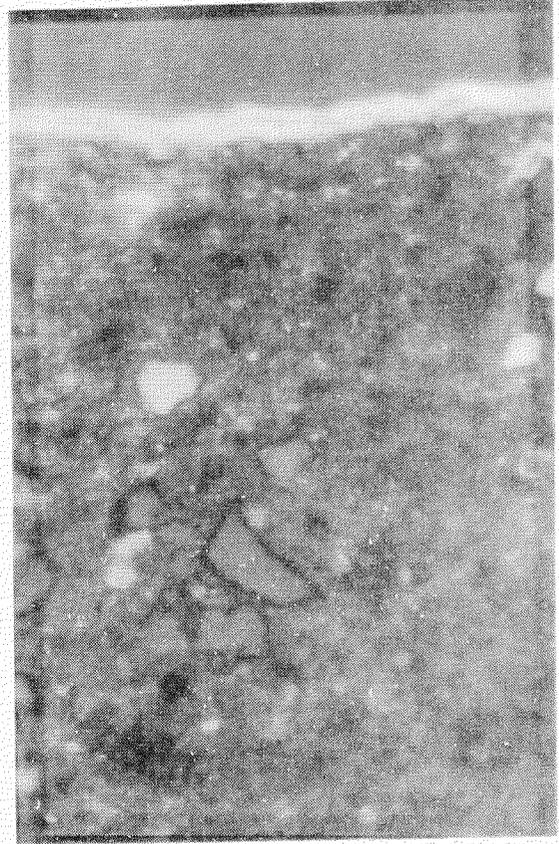


写真 3.3.24

倍率 815 倍

写真 3.3.26

固
定
試
験
板



塩化ゴム系 亜酸化銅型

浸
漬
前

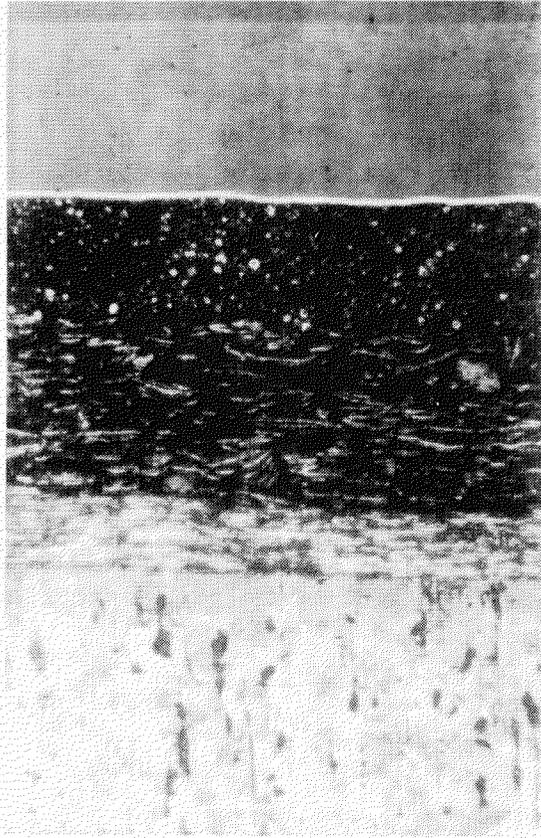


写真 3.3.27

倍率 205 倍

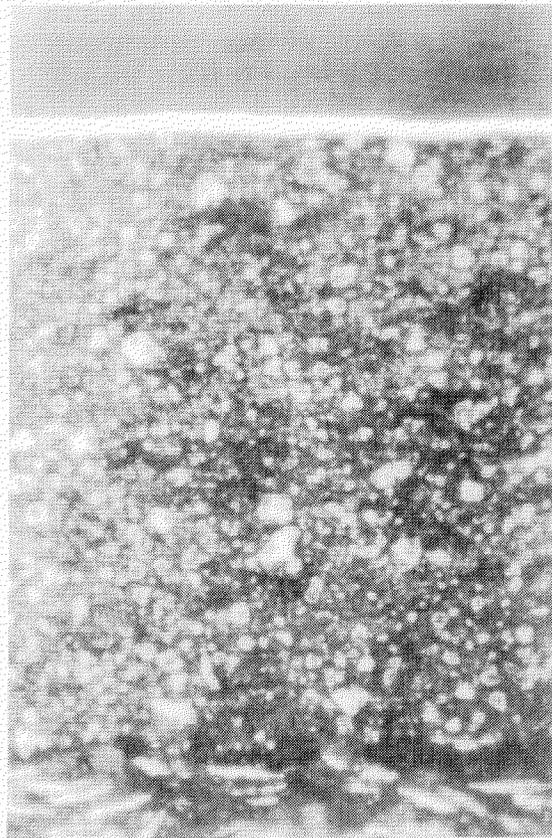


写真 3.3.28

倍率 815 倍

浸漬期間
2週



写真3.3.29

倍率 205 倍

写真3.3.31

回
転
試
験
板

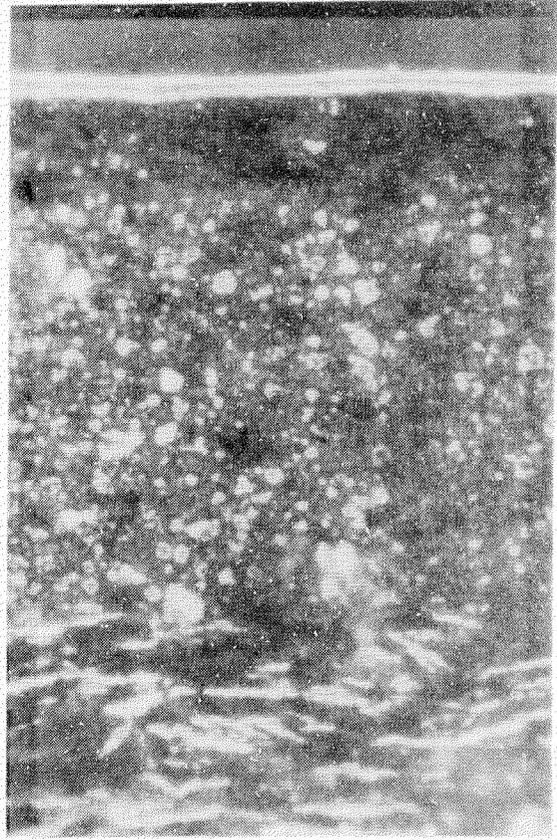


写真3.3.30

倍率 815 倍

写真3.3.32



固
定
試
験
板



浸漬期間 4週

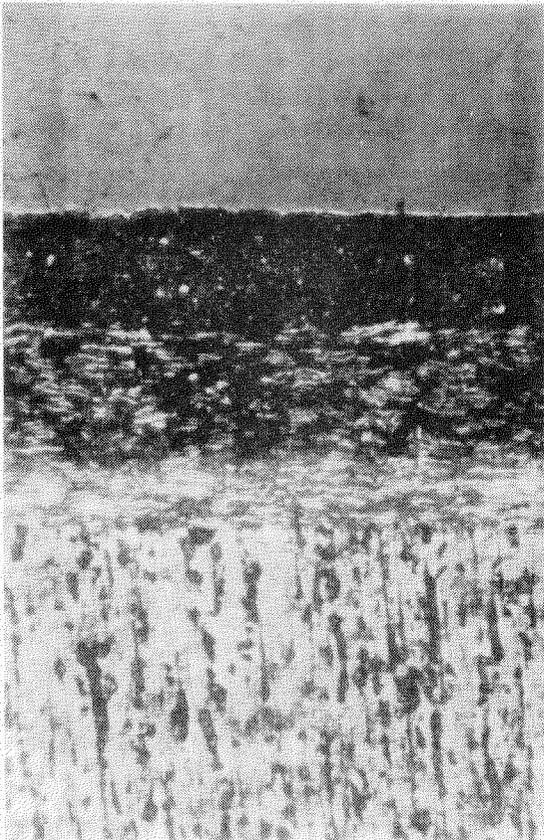
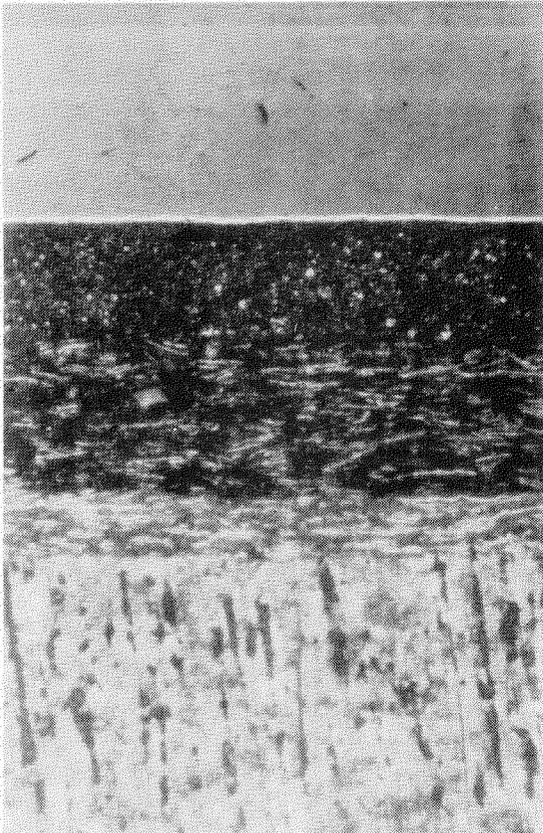


写真3.3.33

倍率 205倍

写真3.3.35



回転試験板

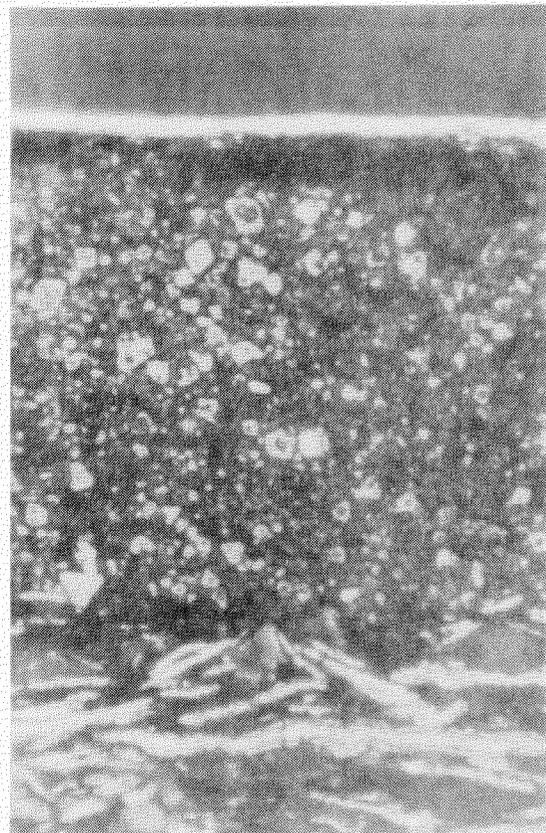


写真3.3.34

倍率 815倍

写真3.3.36

固定試験板



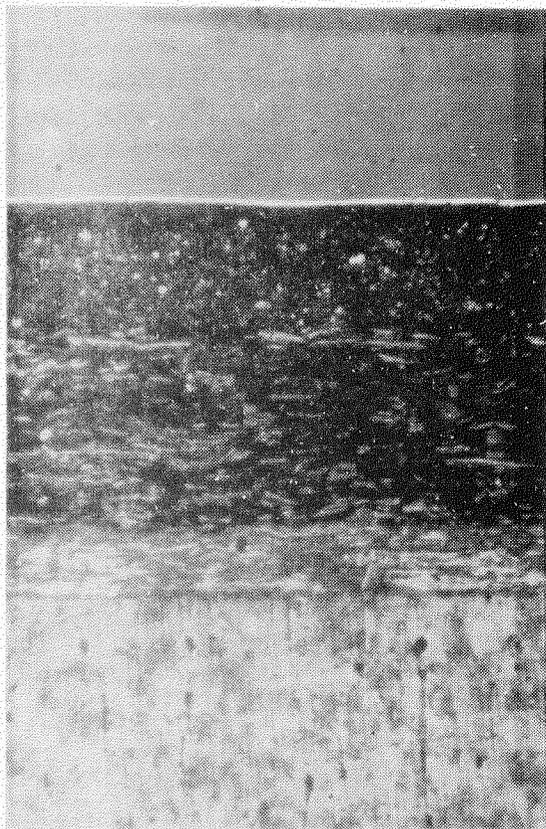
浸漬期間 8 週



写真 3.3.37

倍率 205 倍

写真 3.3.39



回転試験板

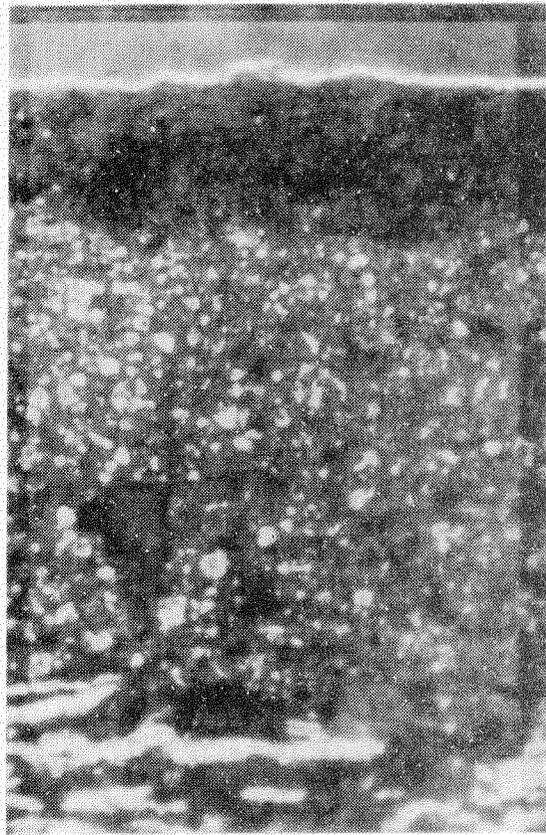


写真 3.3.38

倍率 815 倍

写真 3.3.40

固定試験板



浸漬期間
16週

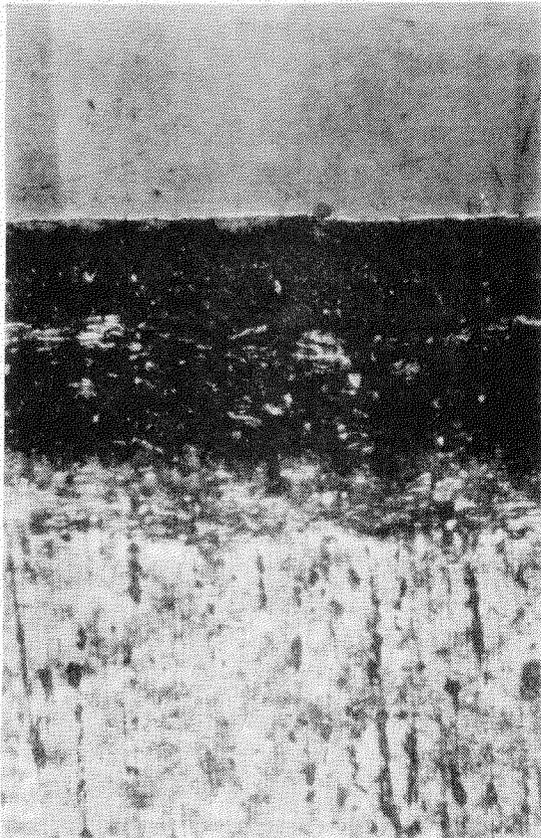


写真 3.3.41

倍率 205 倍

写真 3.3.43

回転試験板

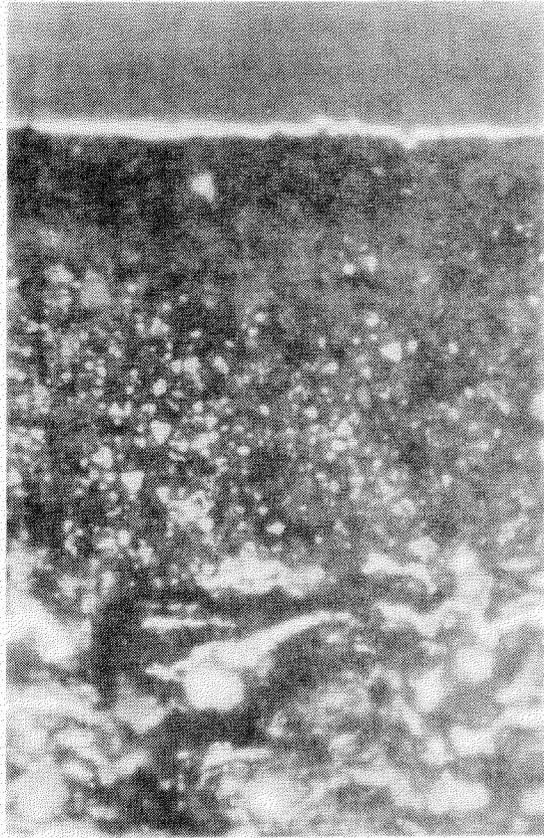
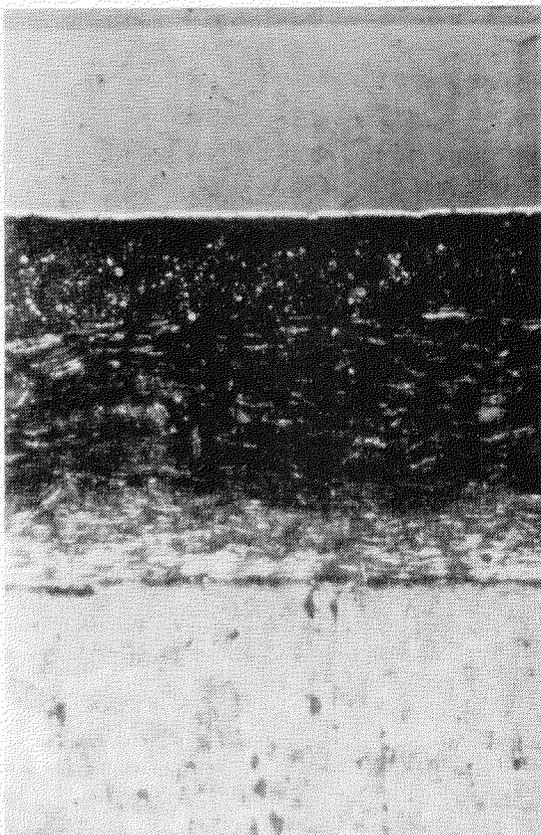


写真 3.3.42

倍率 815 倍

写真 3.3.44

固定試験板



浸漬期間
20 週

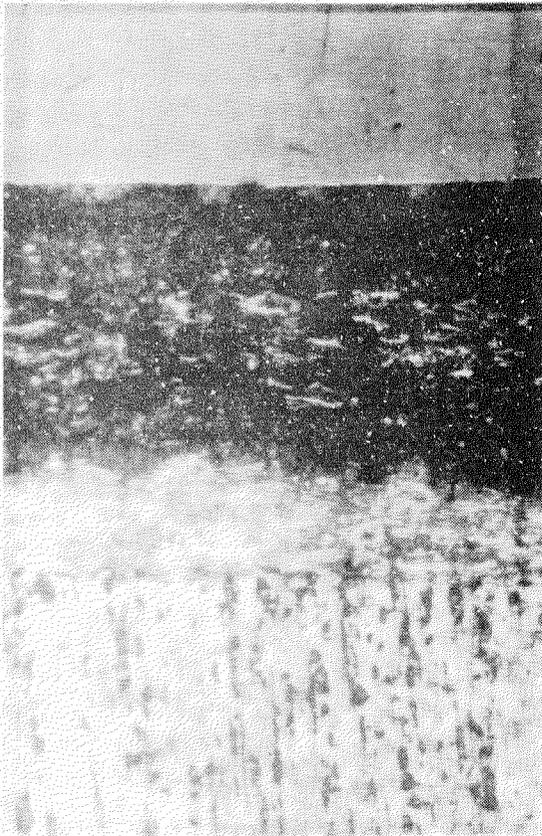
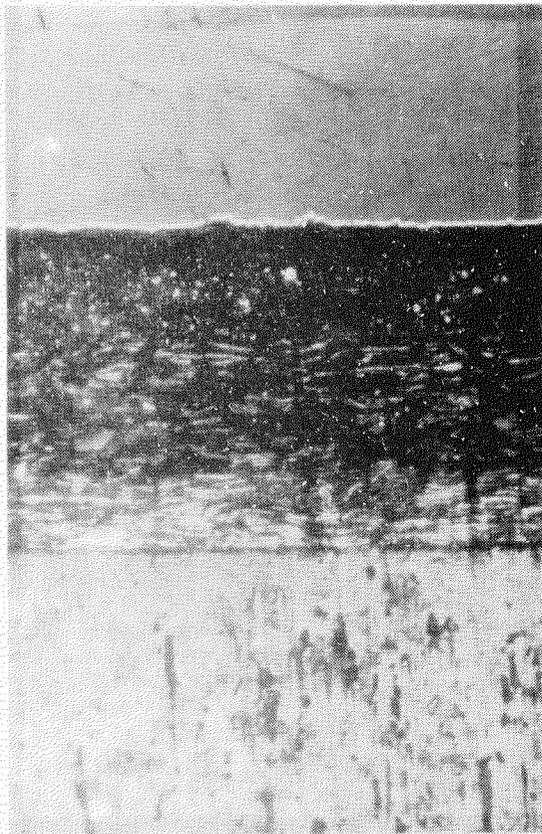


写真 3.3.45

倍率 205 倍

写真 3.3.47



回転試験板

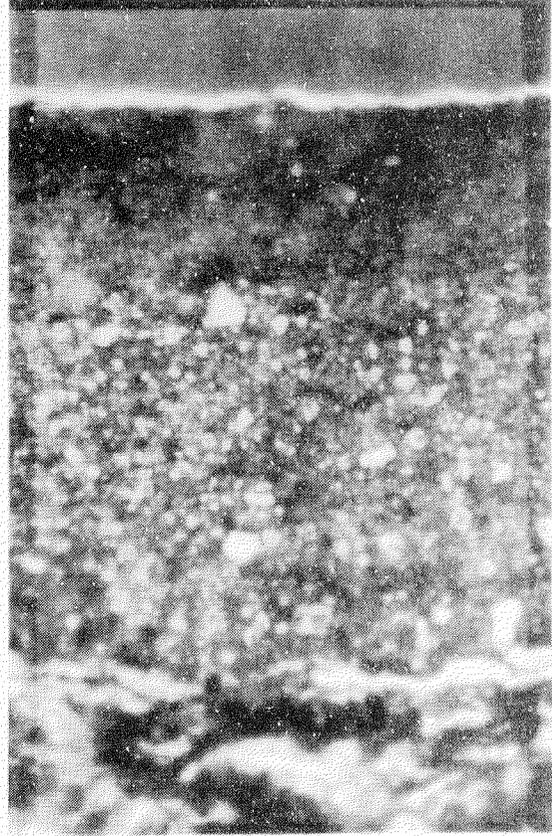
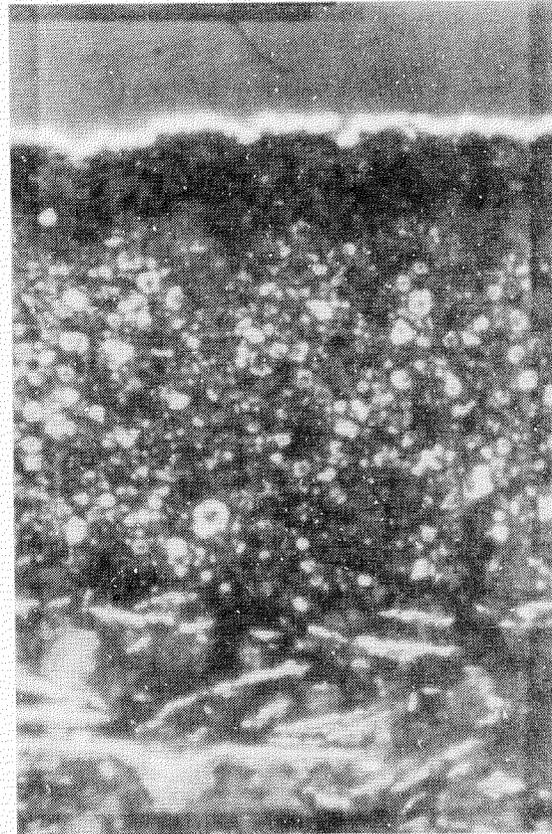


写真 3.3.46

倍率 815 倍

写真 3.3.48

固定試験板



浸漬期間
24
週

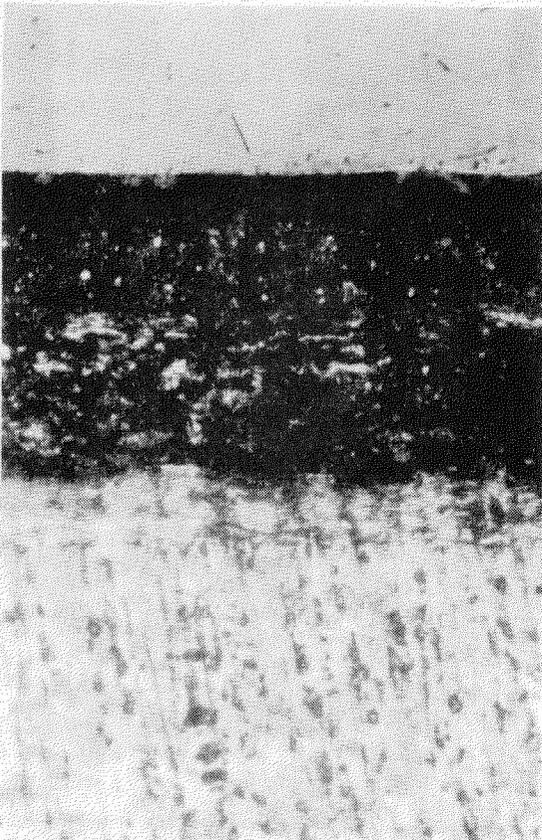


写真3.3.49

倍率 205 倍

写真3.3.51



回
轉
試
驗
板

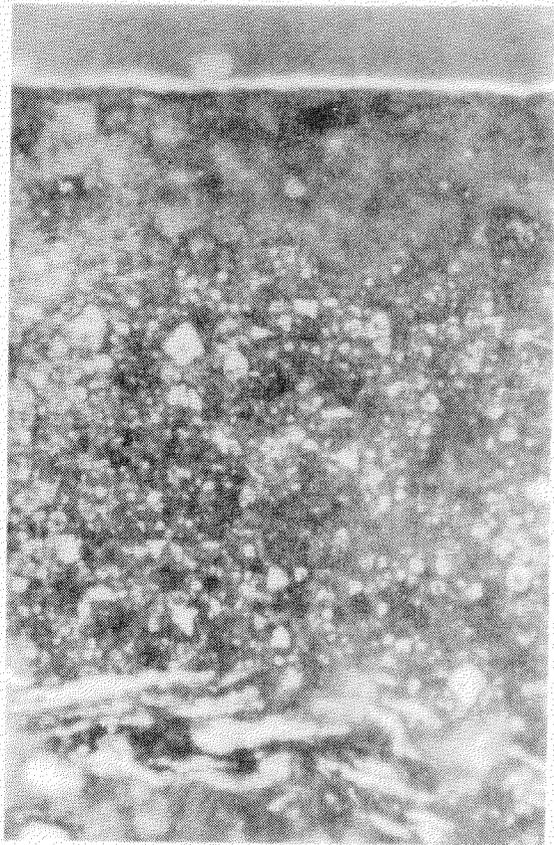


写真3.3.50

倍率 815 倍

写真3.3.52

固
定
試
驗
板



4. 新防汚剤の試作研究

4.1 第2次新規防汚剤および第1次新規防汚剤の併用試験

4.1.1 目的・意義

農薬メーカーなどより提供された新防汚剤について試験研究を行ない、各防汚剤の特性を調べ「安全性の高い長期防汚塗料の開発」のため、新防汚剤の防汚性能について研究を行った。

4.1.2 供試防汚剤

農薬メーカーなどより提供された新防汚剤が70種類にもなり、すべての防汚剤について防汚性能の試験を行うことはとうてい不可能の状態であり、また、提供された防汚剤の中には塗料化不可能なものもかなりあるものと推定されるため、次の基準により供試防汚剤を選定した。

- (1) LD₅₀の数値があまり小さくないもの（亜酸化銅並み）
- (2) 簡易塗料化試験（4.1.3）で異状のないもの。

4.1.3 供試塗料の組成

(1) 簡易塗料化試験

原材料名	符号	1	2
V	Y H H	5.5	5.5
W	W ロ ジン	5.5	5.5
T	C P	2.0	2.0
供 試 防 汚 剤		10.0	20.0
べ ん が ら		10.0	10.0
タ ル ク		15.0	15.0
硫 酸 バ リ ウ ム		30.0	20.0
M	I B K	11.0	11.0
キ シ ロ ー ル		11.0	11.0
合 計		100.0	100.0

(2) 第2次新防汚塗料

塩化ビニル系とし、供試塗料は浸漬担当メーカー固有の組成で、浸漬担当メーカーが作製した。

(3) 第1次併用新防汚塗料

塩化ビニル系とし、供試塗料は浸漬担当メーカー固有の組成で、浸漬担当メーカーが作製した。防汚剤含有量は次の通りとする。

防 汚 剤 名	防汚剤含有量（重量％）
亜 酸 化 銅	30
供 試 防 汚 剤	10

(4) 標準防汚塗料

原材料名	符 号	S	X	H	F
V Y H H		5.5	5.5	5.5	12.0
W W ロ ジ ン		5.5	5.5	5.5	2.5
T C P		2.1	2.0	2.0	4.0
亜 酸 化 銅		55.1	—	—	—
トリブチル錫フルオライド		—	20.0	—	—
トリフェニル錫ハイドロオキサイド		—	—	20.0	—
トリフェニル錫フルオライド		—	—	—	10.0
ベ ン が ら		—	10.0	10.0	10.0
タ ル ク		—	10.0	10.0	10.0
硫 酸 バ リ ウ ム		—	11.0	11.0	11.0
M I B K		19.0	18.0	18.0	20.5
キ シ ロ ー ル		12.8	18.0	18.0	20.0
合 計		100.0	100.0	100.0	100.0

〔注〕 標準防汚塗料は中国塗料廠にて作製した。

4.1.4 試験板の調整

300×100×3.2 mm 鋼板（図 4.1.1）使用、サンドブラストにより
ミルスケールを完全に除去し、キシロールにて脱脂した。

4.1.5 塗装系

工 程	塗 料 名
第 1 回	ウォッシュプライマー
第 2 回	ビニル 1 号塗料
第 3 回	“
第 4 回	“
第 5 回	“
第 6 回	供試ビニル 2 号塗料
第 7 回	“

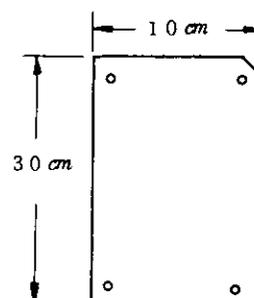


図 4.1.1 浸漬試験板（表）

4.1.6 試験要領

(1) 浸漬方法

水面下 1 m（図 4.1.2）に浸漬した。

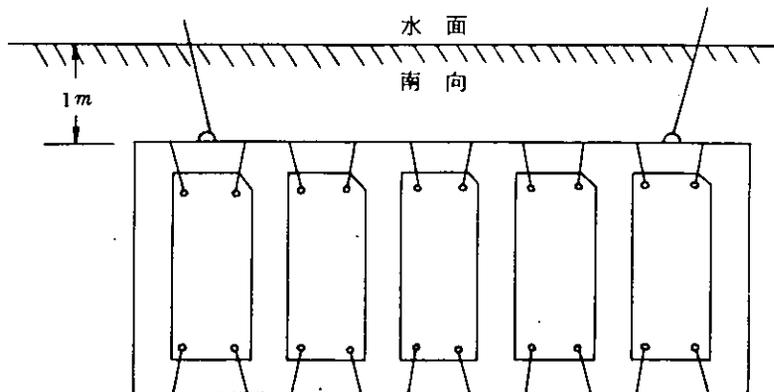


図 4.1.2 防汚試験用試験板浸漬方法

(2) 浸漬場所および浸漬日時

符号	浸漬場所	浸漬日時	塗料作製	試験板調査
E	田 浦	50-5-14	神 東 塗 料	神 東 塗 料
J	泉 大 津	50-7-22	関 西 ペ イ ン ト	関 西 ペ イ ン ト
W	舞 鶴	50-5-26	カ ナ エ 塗 料	カ ナ エ 塗 料
M	由 良	50-5-7	日 本 油 脂	日 本 油 脂
N	宇 野	50-6-4	日 本 ペ イ ン ト	日 本 ペ イ ン ト
L	湯 浅	50-5-20	東 亜 ペ イ ン ト	東 亜 ペ イ ン ト
I	弓 削	50-5-29	神 戸 ペ イ ン ト	神 戸 ペ イ ン ト
H	清 水	50-5-23	中 国 塗 料	軽 金 属 協 会 日 本 ア マ コ ー ト
O	宮 島	50-5-28	"	中 国 塗 料
U	長 崎	50-5-27	"	"

(3) 評価方法

(a) 観察対象面

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

(b) 観察結果の評価方法

(1) 付着生物

- | | |
|-------------|-------------|
| 5……付着なし | 4……5%以下付着 |
| 3……6~10%付着 | 2……11~25%付着 |
| 1……26~50%付着 | 0……51%以上付着 |

(2) スライム

- | | |
|-----------|---------|
| 3……付着なし | 2……薄く付着 |
| 1……中程度に付着 | 0……厚く付着 |

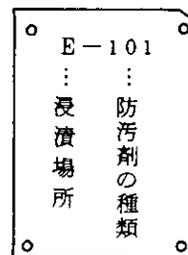


図 4.1.3 試験板符号

4.1.7 試験結果

(1) 防汚試験(6ヵ月)

符号	防汚剤	演場所 項目 含有量(%)	田 浦(7ヵ月)			泉大津(5ヵ月)			舞 鶴			由 良		
			スライム	動物	藻	スライム	動物	藻	スライム	動物	藻	スライム	動物	藻
101	No.15	20	—	—	—	—	0	—	—	0	—	—	—	—
102	No.16	20	—	—	—	—	0	—	—	0	—	—	—	—
103	No.18	20	—	—	—	—	0	—	—	0	—	—	—	—
104	No.19	10	—	—	—	—	0	—	—	0	—	—	—	—
106	SY-5	20	0	5	4	2	5	5	—	—	—	1	5	4
110	MC-23820	20	—	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—
111	SS-15718	20	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	—	—
112	ダウシルS-13	20	2	2	5	—	0	—	—	0	—	1	4	5
114	SA-1118M	10	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	—	—
115	SF-8877	20	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	—	—
116	SF-9227	20	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	—	—
117	SF-9150	20	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	—	—
118	IZ-29	20	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	—	—
119	IZ-30	20	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	—	—
120	IZ-31	10	—	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—
121	IZ-35	20	—	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—
123	IZ-42	10	—	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—
124	IZ-46	20	—	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—
126	IZ-48	20	—	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—
127	IZ-49	20	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	—	—
128	DSATP	20	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	—	—
129	BCDP	10	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	—	—
130	DNTP	20	—	0	—	2	4	5	0	0	2	—	—	—
131	HC-8	20	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	—	—
132	HC-9	10	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	—	—
133	HC-10	10	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	—	—
134	トリフェニル錫共重合体	TPTCH 20	1	5	4	2	2	5	1	4	5	1	5	5
135	BK-018	20	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	—	—
136	BK-050	10	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	—	—
137	BK-076	10	—	0	—	2	1	5	—	0	—	—	—	—
22	亜酸化銅 IZ-27	30 10	0	5	4	2	1	5	1	2	2	1	5	5
33	亜酸化銅 ノブコサイドN-96	30 10	2	5	5	2	2	5	3	4	5	2	5	5
F	トリフェニル錫フルオライド	10	2	4	4	2	4	5	1	3	1	1	5	5
H	トリフェニル錫ハイドロオキシド	20	0	5	4	2	5	5	1	5	4	1	5	5
X	トリブチル錫フルオライド	20	0	5	4	2	2	5	1	2	2	1	5	5
S	亜酸化銅	55.1	0	5	4	2	1	5	2	4	5	2	5	5

- (注) 1. 表中の評価は表、裏の総合で示した。
 2. —— 海中生物付着多く観察不能または試験中止。
 3. 空白は防汚剤量の関係で試験せず。

符号	防汚剤	設置場所 項目 含有量(%)	宇野(7ヵ月)			湯浅(8ヵ月)			弓削		
			スライム	動物	藻	スライム	動物	藻	スライム	動物	藻
			101	No 1 5	20	—	0	—	—	0	—
102	No 1 6	20	—	0	—	—	0	—	—	0	—
103	No 1 8	20	—	0	—	—	0	—			
104	No 1 9	10	—	0	—	—	0	—	—	0	—
106	SY-5	20	2	5	5	1	3	1	1	4	5
110	MC-23820	20									
111	SS-15718	20	—	0	—	—	0	—	—	0	—
112	ダウシルS-13	20	1	4	5	1	4	3	—	0	—
114	SA-1118M	10	—	0	—	1	1	3	—	0	—
115	SF-8877	20	—	0	—	—	0	—	—	0	—
116	SF-9227	20	—	0	—	—	0	—			
117	SF-9150	20	—	0	—	—	0	—			
118	I Z-29	20	—	0	—	—	0	—	—	0	—
119	I Z-30	20	—	0	—	—	0	—	—	0	—
120	I Z-31	10	—	0	—	—	1	—	—	0	—
121	I Z-35	20	—	0	—	—	1	—	—	0	—
123	I Z-42	10	—	0	—	—	0	—	—	0	—
124	I Z-46	20	—	0	—	1	1	2	—	0	—
126	I Z-48	20	—	0	—	—	0	—	—	0	—
127	I Z-49	20	—	0	—	—	0	—	—	0	—
128	DSATP	20	1	4	5	—	0	—			
129	BCDP	10	—	0	—	—	0	—	—	0	—
130	DNTP	20	1	5	5	—	0	—	—	0	—
131	HC-8	20	—	0	—	—	0	—	—	0	—
132	HC-9	10	—	0	—	—	0	—	—	0	—
133	HC-10	10	—	0	—	—	0	—	—	0	—
134	トリフェニル錫共重合体	TPTCH 20	1	5	5	0	5	1	—	0	—
135	BK-018	20	—	0	—	—	0	—	—	0	—
136	BK-050	10	1	4	5	—	0	—	—	0	—
137	BK-076	10	0	4	5	0	2	3	—	0	—
22	亜酸化銅	30	※ ₁	※ ₁	※ ₅	0	5	5	1	4	5
	I Z-27	10									
33	亜酸化銅	30	※ ₁	※ ₃	※ ₅	2	5	5	1	5	5
	ノブコサイドN-96	10									
F	トリフェニル錫フルオライド	10	2	5	5	0	5	3	0	4	5
H	トリフェニル錫ハイドロオキサイド	20	1	5	5	0	5	4	0	5	5
X	トリブチル錫フルオライド	20	1	5	5	0	4	1	0	5	5
S	亜酸化銅	55.1	1	5	5	0	5	5	1	5	5

- (注) 1. 表中の評価は表、裏の総合で示した。
2. — 海中生物付着多く観察不能または試験中止。
3. 空白は防汚剤量の関係で試験せず。
4. ※印 亜酸化銅併用せず有機防汚剤単独で試験した。

符号	防汚剤	浸漬場所 項目 含有量(%)	清 水			宮 島			長 崎		
			スライム	動物	藻	スライム	動物	藻	スライム	動物	藻
101	№15	20	—	0	—	—	0	—	—	0	—
102	№16	20	—	0	—	2	1	5	—	0	—
103	№18	20	—	0	—	—	0	—	—	—	—
104	№19	10	—	0	—	—	0	—	—	—	—
106	SY-5	20	2	5	5	1	5	4	1	5	4
110	MC-23820	20	—	0	—	—	0	—	—	—	—
111	SS-15718	20	—	0	—	—	0	—	—	—	—
112	ダウシルS-13	20	1	2	3	—	0	—	—	—	—
114	SA-1118M	10	1	1	3	—	0	—	—	—	—
115	SF-8877	20	—	0	—	—	0	—	—	—	—
116	SF-9227	20	—	0	—	—	0	—	—	—	—
117	SF-9150	20	—	0	—	—	0	—	—	—	—
118	I Z-29	20	—	0	—	—	0	—	—	—	—
119	I Z-30	20	—	0	—	—	0	—	—	—	—
120	I Z-31	10	—	0	—	—	0	—	—	—	—
121	I Z-35	20	—	0	—	—	0	—	—	—	—
123	I Z-42	10	—	0	—	—	0	—	—	—	—
124	I Z-46	20	—	0	—	—	0	—	—	—	—
126	I Z-48	20	—	0	—	—	0	—	—	—	—
127	I Z-49	20	—	0	—	—	0	—	—	—	—
128	DSATP	20	—	0	—	—	0	—	—	—	—
129	BCDP	10	—	0	—	—	0	—	—	—	—
130	DNTP	20	1	5	3	2	4	4	1	3	4
131	HC-8	20	—	0	—	—	0	—	—	—	—
132	HC-9	10	—	0	—	—	0	—	—	—	—
133	HC-10	10	—	0	—	—	0	—	—	—	—
134	トリフェニル錫共重合体	TPTCH 20	1	5	5	1	5	4	—	—	—
135	BK-018	20	—	0	—	—	0	—	—	—	—
136	BK-050	10	—	0	—	—	0	—	—	—	—
137	BK-076	10	—	0	—	—	0	—	—	—	—
22	亜酸化銅 I Z-27	30 10	2	4	5	2	5	5	1	4	4
33	亜酸化銅 ノブコサイドN-96	30 10	2	5	5	3	5	5	2	4	4
F	トリフェニル錫フルオライド	10	2	5	5	1	4	4	1	4	4
H	トリフェニル錫ハイドロオキサイド	20	1	5	5	1	5	4	2	5	4
X	トリブチル錫フルオライド	20	1	5	5	2	3	4	—	0	—
S	亜酸化銅	55.1	1	5	2	1	5	4	1	5	4

(注) 1. 表中の評価は表、裏の総合で示した。

2. —— 海中生物付着多く観察不能または試験中止。

(2) 防汚試験(15カ月)

符号	防汚剤	仕場所 項目 含有量(%)	田 浦			泉大津(10カ月)			舞 鶴			由 良		
			スライム	動物	藻	スライム	動物	藻	スライム	動物	藻	スライム	動物	藻
101	№15	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
102	№16	20	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—	—	—
103	№18	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
104	№19	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
106	SY-5	20	1	4	4	2	5	5	—	—	—	1	4	4
110	MC-23820	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
111	SS-15718	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
112	ダウシルS-13	20	—	0	—	—	—	—	—	—	—	0	—	—
114	SA-1118M	10	—	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
115	SF-8877	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
116	SF-9227	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
117	SF-9150	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
118	I Z-29	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
119	I Z-30	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
120	I Z-31	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
121	I Z-35	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
123	I Z-42	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
124	I Z-46	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
126	I Z-48	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
127	I Z-49	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
128	DSATP	20	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—	—	—
129	BCDP	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
130	DNTP	20	—	—	—	2	1	5	—	—	—	—	—	—
131	HC-8	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
132	HC-9	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
133	HC-10	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
134	トリフェニル錫共重合体	TPTOH 20	—	—	—	—	0	—	—	—	—	2	3	4
135	BK-018	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
136	BK-050	10	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—	—	—
137	BK-076	10	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—	—	—
22	亜酸化銅 I Z-27	30 10	1	4	4	2	1	5	—	—	—	0	4	4
33	亜酸化銅 ノブコサイドN-96	30 10	2	5	4	2	1	5	2	4	5	1	4	5
F	トリフェニル錫フルオライド	10	1	4	4	2	4	5	0	4	0	1	3	5
H	トリフェニル錫ヘドロオキサイド	20	1	5	4	2	5	5	0	4	1	1	5	5
X	トリブチル錫フルオライド	20	1	4	4	—	0	—	—	0	—	1	1	4
S	亜酸化銅	55.1	1	4	4	0	1	5	2	4	5	1	4	5

- (注) 1. 表中の評価は表、裏の総合で示した。
 2. —— 海中生物付着多く観察不能または試験中止。
 3. 空白は防汚剤量の関係で試験せず。

符号	防汚剤	項目 含有量(%)	宇野			湯浅(12カ月)			弓削		
			スライム	動物	藻	スライム	動物	藻	スライム	動物	藻
101	№15	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
102	№16	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
103	№18	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
104	№19	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
106	SY-5	20	—	—	—	—	0	2	0	4	5
110	MC-23820	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
111	SS-15718	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
112	ダウシルS-13	20	—	—	—	—	0	3	—	—	—
114	SA-1118M	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
115	SF-8877	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
116	SF-9227	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
117	SF-9150	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
118	IZ-29	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
119	IZ-30	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
120	IZ-31	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
121	IZ-35	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
123	IZ-42	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
124	IZ-46	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
126	IZ-48	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
127	IZ-49	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
128	DSATP	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
129	BCDP	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
130	DNTP	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
131	HC-8	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
132	HC-9	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
133	HC-10	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
134	トリフェニル錫共重合体	TPTOH 20	—	—	—	—	0	3	—	—	—
135	BK-018	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
136	BK-050	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
137	BK-076	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	亜酸化銅 IZ-27	30 10	※—	※—	※—	1	4	5	1	3	5
33	亜酸化銅 ノブコサイドN-96	30 10	※—	※—	※—	2	4	4	2	2	5
F	トリフェニル錫フルオライド	10	—	—	—	—	0	3	—	—	—
H	トリフェニル錫ハイドロオキサイド	20	—	—	—	1	5	5	0	4	5
X	トリブチル錫フルオライド	20	—	—	—	—	0	2	0	4	5
S	亜酸化銅	55.1	—	—	—	0	5	5	1	5	5

- (注) 1. 表中の評価は表、裏の総合で示した。
2. —— 海中生物付着多く観察不能または試験中止。
3. 空白は防汚剤量の関係で試験せず。
4. ※印 亜酸化銅併用せず有機防汚剤単独で試験した。

符号	防汚剤	項目 含有量(%)	浸漬場所			官 島			長 崎		
			スライム	動物	藻	スライム	動物	藻	スライム	動物	藻
101	№15	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
102	№16	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
103	№18	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
104	№19	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
106	SY-5	20	1	5	5	1	4	4	1	3	3
110	MC-23820	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
111	SS-15718	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
112	ダウシルS-13	20	—	1	5	—	—	—	—	—	—
114	SA-1118M	10	—	1	5	—	—	—	—	—	—
115	SF-8877	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
116	SF-9227	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
117	SF-9150	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
118	IZ-29	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
119	IZ-30	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
120	IZ-31	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
121	IZ-35	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
123	IZ-42	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
124	IZ-46	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
126	IZ-48	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
127	IZ-49	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
128	DSATP	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
129	BCDP	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
130	DNTP	20	1	2	2	1	1	1	—	—	—
131	HC-8	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
132	HC-9	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
133	HC-10	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
134	トリフェニル錫共重合体	TPTCH 20	1	2	2	2	1	1	—	—	—
135	BK-018	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
136	BK-050	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
137	BK-076	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	亜酸化銅 IZ-27	30 10	1	5	1	1	4	3	—	0	—
33	亜酸化銅 ノブコサイドN-96	30 10	3	4	5	3	5	5	—	0	—
F	トリフェニル錫フルオライド	10	1	3	5	1	1	1	—	0	—
H	トリフェニル錫ヒドロキサイド	20	2	5	5	2	4	4	1	4	4
X	トリブチル錫フルオライド	20	1	2	5	—	0	—	—	—	—
S	亜酸化銅	55.1	2	5	5	0	5	2	1	5	3

(注) 1. 表中の評価は表、裏の総合で示した。

2. 海中生物付着多く観察不能または試験中止。

4.1.8 考 察

防汚性能は全国10カ所の浸漬試験の結果、浸漬場所により若干の差はあるが、塗料組成には余り関係なく、SY-5、ダウシルS-13、DNTP、トリフェニル錫共重合体の4防汚剤および亜酸化銅と併用のIZ-27、ノブコサイドN-96の2防汚剤が良好な防汚性能を示していたが、その他の防汚剤はかなり劣っていた。

上記の結果、防汚性能が期待できる4防汚剤について安全性の試験を行なう予定であったが、SY-5およびDNTPは提供農薬メーカーより辞退の申し入れがあり、ダウシルS-13およびトリフェニル錫共重合体の2防汚剤について安全性の試験を行い、安全性が確認されたため実船試験を行い性能の確認を行なう。

なお、浸漬試験の結果、防汚性能が劣っている防汚剤でも亜酸化銅と併用することにより防汚性能が期待できるSA-1118Mについては併用試験を行なう。

4.2 第1次新規防汚剤の実船試験

4.2.1 目的・意義

第1次新規防汚剤32種類のうち、防汚試験、乾湿交替試験、貯蔵安定性試験を総合的に判断し、良好な防汚性能が期待される5防汚剤について安全性の試験を行ない、安全性が確認されたため防汚性能確認のため実船試験を行なった。

4.2.2 供試防汚剤

符 号	防 汚 剤 名	含有量 (重量%)	系 統
KY-5	トリフェニル錫パーサチック酸	20	トリフェニル錫系
KY-7	トリフェニル錫ジメチルジチオカーバメート	20	"
IZ-1	ビス(トリフェニル錫)2,2'ジプロムサクシネート	20	"
IZ-6	トリフェニル錫モノクロルアセテート	20	"
IZ-8	トリフェニル錫ニコチン酸	20	"
S	亜酸化銅	40	-

4.2.3 供試塗料の組成

塩化ゴム系とし、供試塗料は実船試験担当メーカー固有の組成で、実船試験担当メーカーが作成する。

4.2.4 塗装系

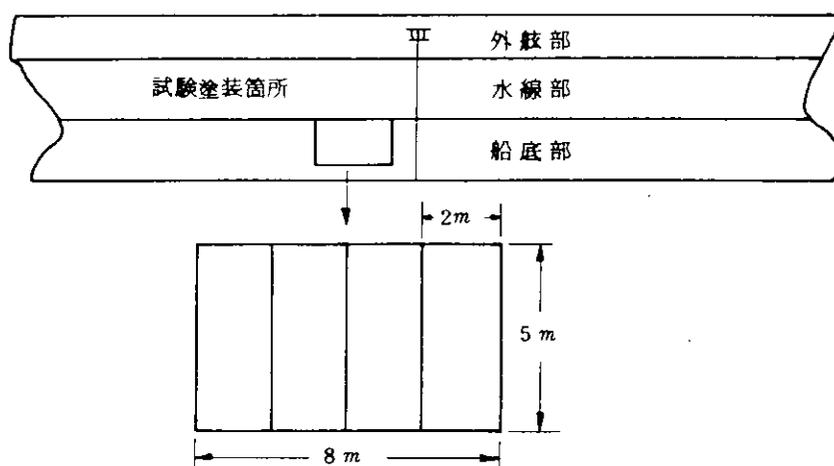
工 程	塗 料 名	膜厚(μ/回)
下地処理	清水にて付着生物、汚れ等を完全に除去後、スクレープ、ディスクサンダー処理し十分乾燥させる。	
第1回	塩化ゴム系1号塗料 タッチアップ	40
第2回	" "	40
第3回	" オールオーバー	40
第4回	供試2号塗料 "	50

(注) 上記仕様は標準仕様であり、下地処理、塗装回数は本船仕様為準。

4.2.5 試験要領

(1) 試験箇所

船底立上り部 両舷 一試料につき約10㎡(両舷で20㎡)



(注) 試験塗装箇所は調査時などを考慮し、センタードラフトマークから艀にかけての最初のバットラインからとし、供試塗料は両舷とも同一場所に同一塗料を塗装する。

(2) 塗装方法

(a) 1号塗料

本船の塗装方法に準ずる。(エアレススプレーまたはローラー塗装)

(b) 2号塗料

ローラー塗装とする。

(3) 観察結果の評価方法

標準防汚塗料(亜酸化銅40%)の汚損状態を3点とし、下記の通り評価する。

- 5.....標準防汚塗料よりかなりすぐれている。
- 4..... " よりすぐれている。
- 3..... " と同等である。
- 2..... " より劣っている。
- 1..... " よりかなり劣っている。

4.2.8 考 察

防汚性能は現在迄に入渠している27隻の結果、若干のばらつきはあるが一般的に判断すると、供試5防汚剤はいずれも亜酸化銅に比べ同等もしくは良好な防汚性能を示しており、供試5防汚剤の中ではIZ-6が最も良好で、続いてIZ-1、KY-7、IZ-8、KY-5の順になっている。

総合的な防汚性能は、船種・航路・就航期間などを考慮して検討する必要があるが、現時点では全船舶が入渠していないため全船舶入渠後に検討する。

なお、現在迄に入渠した船舶に付着した海中生物はほとんどが海藻類であった。

4.2.6 実船試験船舶

船名	船主	担当会社	今回ドック	場所	供試防汚剤
光 邦 丸	飯野海運	中国	4/14~18	IHI 呉	IZ-1 IZ-6 IZ-8 Cu2O
らいおんず げいどぶりっじ	川崎汽船	神戸	4/19~23	IHI相生	IZ-1 IZ-6 KY-7 Cu2O
鶴 見 丸	日本郵船	中国	4/21~25	三菱長崎	IZ-1 IZ-6 IZ-8 Cu2O
豊 洲 丸	飯野海運	中国	4/24~5/2	NKK浅野	IZ-1 IZ-6 IZ-8 Cu2O
からかす丸	商船三井	神東	5/6~10	三菱神戸	IZ-1 KY-5 KY-7 Cu2O
ばしふいっくあろり	ジャパンライン	日 べ	5/7~11	IHI相生	IZ-1 IZ-6 KY-7 Cu2O
栄 昭 丸	昭和海運	日油	5/17~20	IHI横浜	IZ-1 IZ-6 KY-7 Cu2O
昭 瑞 丸	昭和海運	日油	5/26~30	IHI横浜	IZ-6 KY-5 KY-7 Cu2O
和 珠 丸	山下新日本	日 べ	6/5~24	日立因島	IZ-1 IZ-6 IZ-8 Cu2O
びすけい丸	第一中央汽船	日 べ	6/13~20	IHI 呉	IZ-1 IZ-6 KY-7 Cu2O
山 寿 丸	山下新日本	中国	6/14~20	日立因島	IZ-1 KY-5 KY-7 Cu2O
第五ブリジストン丸	昭和海運	関 べ	6/30~7/5	川重坂出	IZ-6 IZ-8 IZ-8 Cu2O
八 洲 山 丸	商船三井	関 べ	7/5~9	川重坂出	IZ-6 KY-5 KY-7 Cu2O
雄 昭 丸	昭和海運	関 べ	7/18~21	金輪船渠	IZ-1 KY-7 KY-7 Cu2O
ジャパン・リム	ジャパンライン	東 亜	7/19~23	IHI横浜	IZ-1 KY-5 KY-7 Cu2O
鳥 海 丸	日本郵船	中国	7/29~8/4	三菱長崎	IZ-6 IZ-8 KY-7 Cu2O
松 寿 丸	出光タンカー	日油	8/2~6	IHI相生	IZ-8 KY-5 KY-7 Cu2O
ジャパン アスター	ジャパンライン	中国	8/4~8	三菱長崎	IZ-1 IZ-8 KY-7 Cu2O
ジャパン ヒヤシンス	ジャパンライン	日 べ	8/11~15	三菱長崎	IZ-1 IZ-8 KY-5 Cu2O
香 取 丸	第一中央汽船	日 べ	8/11~20	日立因島	IZ-8 KY-5 KY-7 Cu2O
紀 邦 丸	飯野海運	関 べ	8/23 (塗装)	シンガポール ジュロン	IZ-1 IZ-6 IZ-8 Cu2O
第五全購連丸	飯野海運	中国	8/26~9/1	函館ドック	IZ-6 IZ-8 KY-7 Cu2O
北 野 丸	日本郵船	日油	8/30~9/6	三菱神戸	IZ-1 IZ-6 KY-7 Cu2O
新 瑞 丸	新和海運	中国	9/25~29	日立因島	IZ-6 KY-5 KY-7 Cu2O
富 豪 丸	新和海運	コロイド	9/26~30	IHI相生	IZ-1 IZ-6 IZ-8 KY-7 Cu2O
茨 城 丸	商船三井	神東	10/9~14	三井玉野	IZ-1 IZ-6 KY-7 Cu2O
え る べ 丸	商船三井	日 べ	10/16~21	三井由良	IZ-1 IZ-6 IZ-8 Cu2O
小 倉 丸	第一中央汽船	神東	10/21~26	三井玉野	IZ-8 KY-5 KY-7 Cu2O
大 豊 丸	新和海運	日 べ	10/27~31	佐重浦賀	IZ-6 IZ-8 KY-5 Cu2O
泉 山 丸	商船三井	神東	10/30~11/7	三井千葉	IZ-6 IZ-8 KY-5 Cu2O
う え る ザ 丸	川崎汽船	神戸	11/17~20	川重神戸	IZ-8 KY-5 KY-7 Cu2O
美 保 丸	昭和海運	関 べ	11/17~20	日立神奈川	IZ-8 KY-5 KY-5 Cu2O
高 千 穂 丸	日本郵船	関 べ	11/18~25	三菱長崎	IZ-1 IZ-6 IZ-6 Cu2O
神 和 丸	新和海運	東 亜	12/1~12	IHI横浜	IZ-6 IZ-8 KY-5 Cu2O
第三アジア丸	山下新日本	関 べ	12/13~17	日立因島	IZ-1 KY-5 KY-7 Cu2O
ぼらとらった丸	第一中央汽船	神東	3/5~10	佐重浦賀	IZ-1 IZ-6 IZ-8 Cu2O

4.2.7 突船試験結果

船名	船主	船種	航路	就航期間(月)	担当会社	防					成		
						KY-5	KY-7	IZ-1	IZ-6	IZ-8	S		
光丸	飯野海運	タンカー	日本→P.O	50.4~51.10	中国	-	-	3.5	4	3.5	3		
らいふんずけいとぶりっじ丸	川崎汽船	コンテナ	日本→北米	50.4~51.4	神戸	-	5	4	5	-	3		
鶴丸	日本郵船	鉱油	日本→P.O→欧州→南米	50.4~51.4	中国	-	-	4	4	4	3		
豊州丸	飯野海運	L.P.O	日本→P.O	50.5~51.6	中国	-	-	4	3	3	3		
からす丸	商船三井	貨物	日本→紅海	50.5~51.7	神東	3	3	3	-	-	3		
ぼしゅいっくあるり丸	ジ、パンライン	コンテナ	日本→北米	50.5~51.5	日べ	-	2.5	3	3.5	-	3		
采昭丸	昭和海運	鉱石	日本→南米	50.5~51.6	日油	-	3	2	3.5	-	3		
昭瑞丸	昭和海運	散積	日本→豪州、カナダ	50.5~51.5	日油	3.5	4	-	4.5	-	3		
和珠丸	山下新日本	L.P.O	日本→P.O	50.6~51.9	日べ	-	-	4	4	3	3		
びすけ丸	第一中央汽船	鉱油	P.O→欧州	50.6~51.6	日べ	-	1	2	2	-	3		
山寿丸	山下新日本	タンカー	日本→P.O	50.6~51.6	中国	3	3	3	-	-	3		
第五ブリジストン丸	昭和海運	L.P.O	日本→中近東	50.7~51.6	関べ	-	-	-	3	※5	3		
八洲丸	商船三井	散積	日本→豪州	50.7~51.11	関べ	3	3	-	4	-	3		
雄昭丸	昭和海運	貨物	日本→中近東	50.7~51.5	関べ	-	※5	5	-	-	3		
馬海丸	日本郵船	積積	日本→カナダ	50.8~51.8	中国	-	4	-	5	4	3		
松寿丸	出光タンカー	タンカー	日本→P.O	50.8~51.10	日油	3.5	4	-	-	2.5	3		
香取丸	第一中央汽船	散積	日本→豪州	50.8~51.9	日べ	1	3	-	-	2.5	3		
第五全購運丸	飯野海運	燐鉱石	日本→豪州→欧州	50.9~51.8	中国	-	2	-	4	2	3		
北野丸	日本郵船	コンテナ	日本→欧州	50.9~51.9	日油	-	5	5	5	-	3		
新瑞丸	新和海運	散積	日本→豪州	50.9~51.9	中国	2	3.5	-	1	-	3		
えるべ丸	商船三井	コンテナ	日本→欧州→東南アジア	50.10~51.12	日べ	-	-	3.5	3	3	3		
小台丸	第一中央汽船	散積	日本→豪州、アフリカ	50.10~51.9	神東	2	2	-	-	2	3		
大尊丸	新和海運	タンク	日本→北米	50.10~51.11	日べ	4	-	-	3	4	3		
泉山丸	商船三井	L.P.O	日本→P.O	50.11~51.11	神東	3	-	-	4	1	3		
美穂丸	昭和海運	自動車	日本→北米	50.11~51.8	関べ	※1	-	-	-	1	3		
高千穂丸	日本郵船	タンカー	日本→P.O	50.11~51.11	関べ	-	-	3	1	-	3		
神和丸	新和海運	散積	日本→北米	50.12~51.9	東亜	3	-	-	5	1	3		
防汚性能						3	3.4	3.5	3.8	3.4	3		

(注) ※印 …… 船出速度をかえて2種別試験。

4.3 第2次新規防汚剤の併用試験

4.3.1 目的・意義

第2次新規防汚剤30種類のうち、防汚性能が劣っていた26種類の防汚剤の中にも、他防汚剤と併用することにより良好な防汚性能を示すと期待できる1防汚剤については「安全性の高い長期防汚塗料の開発」のため、亜酸化銅と併用した場合の防汚性能について研究を行なった。

4.3.2 供試防汚剤

SA-1118M

4.3.3 供試塗料の組成

(1) 第2次併用新防汚塗料

塩化ビニル系とし、供試塗料は浸漬担当メーカー固有の組成で、浸漬担当メーカーが作製した。防汚剤含有量は次の通りとする。

符 号	防 汚 剤 名	防汚剤含有量(重量%)
141	亜 酸 化 銅	30
	SA-1118M	10

(2) 標準防汚塗料

塩化ビニル系とし、S-1(亜酸化銅30%)は浸漬担当メーカー固有の組成で、浸漬担当メーカーが作製、その他のS,H,Fは中国塗料にて作製した。なお、S,H,Fの塗料組成は4.1.3(4)に準ずる。

4.3.4 試験板の調整

4.1.4に準ずる。

4.3.5 塗 装 系

4.1.5に準ずる。

4.3.6 試験要領

(1) 浸漬方法

4.1.6(1)に準ずる。

(2) 浸漬場所および試験担当会社

4.1.6(2)に準ずる。

(3) 評価方法

4.1.6(3)に準ずる。

4.3.7 試験結果

試験期間短く、また浸漬時期も海中生物の繁殖時期を過ぎていたため、良好な防汚性能を示している。

4.3.8 考 察

良好な防汚性能を示しているが、試験期間が短いため引き続き浸漬試験を行い防汚性能を調査する。

4.4 第2次新規防汚剤の実船試験

4.4.1 目的・意義

第2次新規防汚剤30種類のうち、防汚試験、乾湿文番試験、貯蔵安定性試験を総合的に判断し、良好な防汚性能が期待される2防汚剤について安全性の試験を行ない、安全性が確認されたため防汚性能確認のため実船試験を行なった。

4.4.2 供試防汚剤

符号	防汚剤名	含有量(重量%)	系 統
112	ダウシルS-13	20	ビリジン系
134	トリフェニル錫共重合体	TPTOH換算 20	トリフェニル錫系
S	亜酸化銅	40	—

4.4.3 供試塗料の組成

4.2.3に準ずるが、134(トリフェニル錫共重合体)については日本油脂(株)提出基本組成にて作製した。

4.4.4 塗装系

4.2.4に準ずる。

4.4.5 試験要領

4.2.5に準ずる。

4.4.6 実船試験塗装完了船舶

船 名	船 主	船 種	今回ドック	場 所	担当会社
山 寿 丸	山下新日本	タンカー	51-6	日立因島	中国
栄 昭 丸	昭和海運	鉍 石	51-6	川重坂出	日油
第五ブリジストン丸	昭和海運	L P G	51-6	川重坂出	関ベ
瑞 典 丸	川崎汽船	貨 物	51-6	IHI横浜	神戸
べらざのぶりっち	川崎汽船	貨 物	51-6	川重坂出	神戸
び す け い 丸	第一中央汽船	鉍 油	51-6	I H I 呉	日ベ
豊 洲 丸	飯野海運	L P G	51-6	内海造船	中国
城 山 丸	新和海運	L P G	51-6	I H I 横浜	中国
か ら か す 丸	商船三井	貨 物	51-7	三菱神戸	神東
富 隆 丸	新和海運	鉍 石	51-7	日立堺	日ベ
鳥 海 丸	日本郵船	撒 積	51-8	三菱神戸	中国
光 珠 丸	山下新日本	タンカー	51-8	佐世保	日油
豊 和 丸	ジャパンライン	貨 物	51-8	I H I 横浜	東亜
第五全購連丸	飯野海運	備鉍石	51-8	函館ドック	中国
北 野 丸	日本郵船	コンテナ	51-9	三菱神戸	日油
松 寿 丸	出光タンカー	タンカー	51-10	I H I 横浜	日油
小 倉 丸	第一中央汽船	鉍 石	51-10	三井由良	神東
八 洲 山 丸	商船三井	鉍 撒	51-11	川重坂出	関ベ

4.5 考 察

第1次新規防汚剤の実船試験における防汚性能は、KY-5、KY-7、IZ-1、IZ-6、IZ-8の5防汚剤とも若干のばらつきはあるが、亜酸化銅に比べ良好もしくは同等の防汚性能を示しており、供試5防汚剤の中ではIZ-6が最も良好で、続いてIZ-1、KY-7、IZ-8、KY-5の順となっている。船種、航路、就航期間などを考慮した総合的な防汚性能については、全船舶が入渠していないため全船舶入渠後検討する。

第2次新規防汚剤で良好な防汚性能を示していたダウシルS-13、トリフェニル錫共重合体の2防汚剤については18隻に実船試験を行った。

第1次新規防汚剤の併用試験ではIZ-27、ノブコサイドN-96の2防汚剤とも良好な防汚性能を示していた。

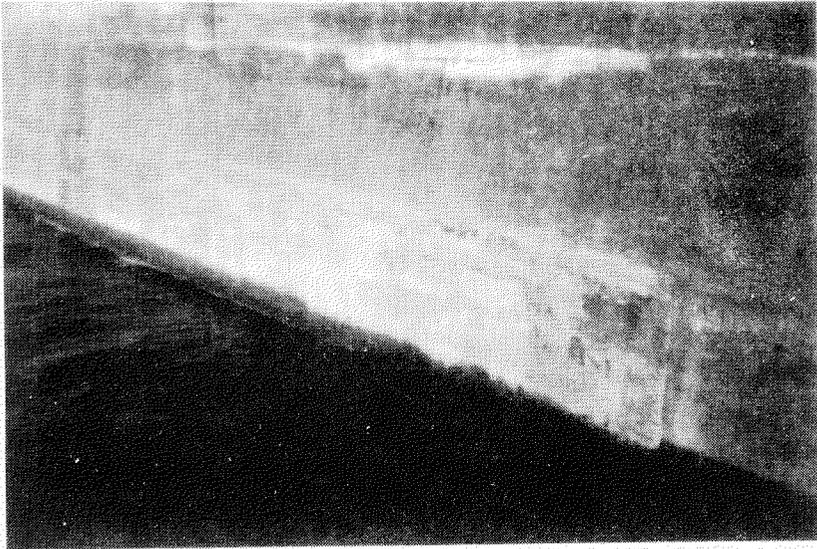
第2次新規防汚剤(SA-1118M)の併用試験は良好な防汚性能を示しているが、試験期間が短いため引き続き浸漬試験を行なう。

写真 4.1.1 実船試験

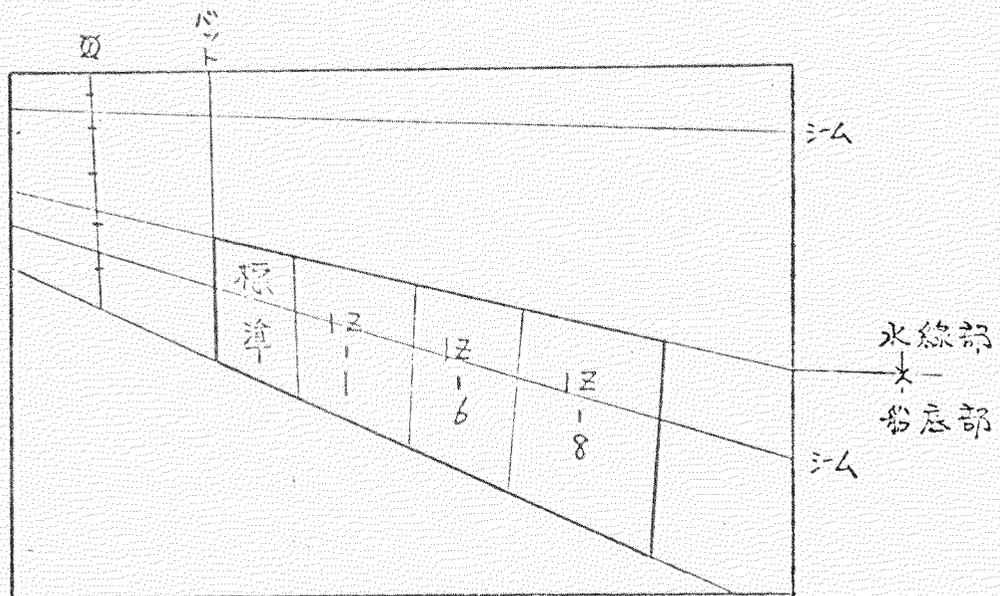
飯野海運(株)“光邦丸”

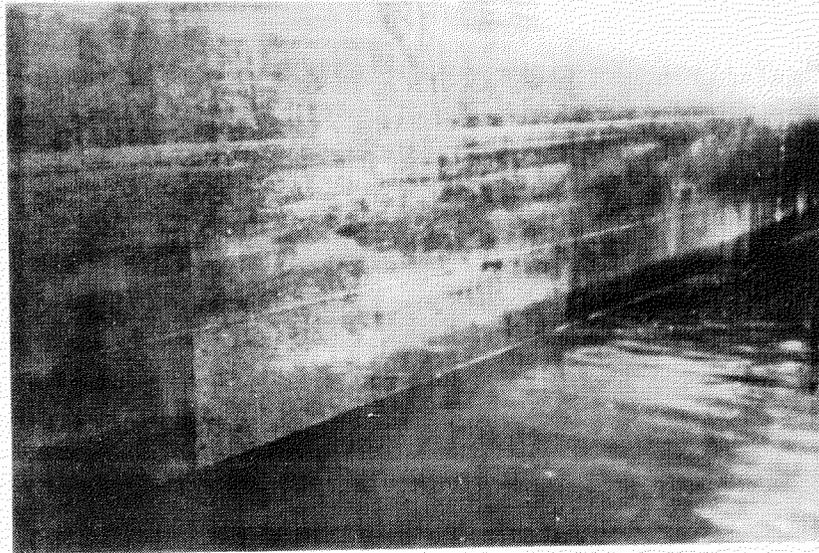
昭和50年4月18日～昭和51年10月21日

於 石川島播磨重工業(株)呉工場



右舷側





左舷側

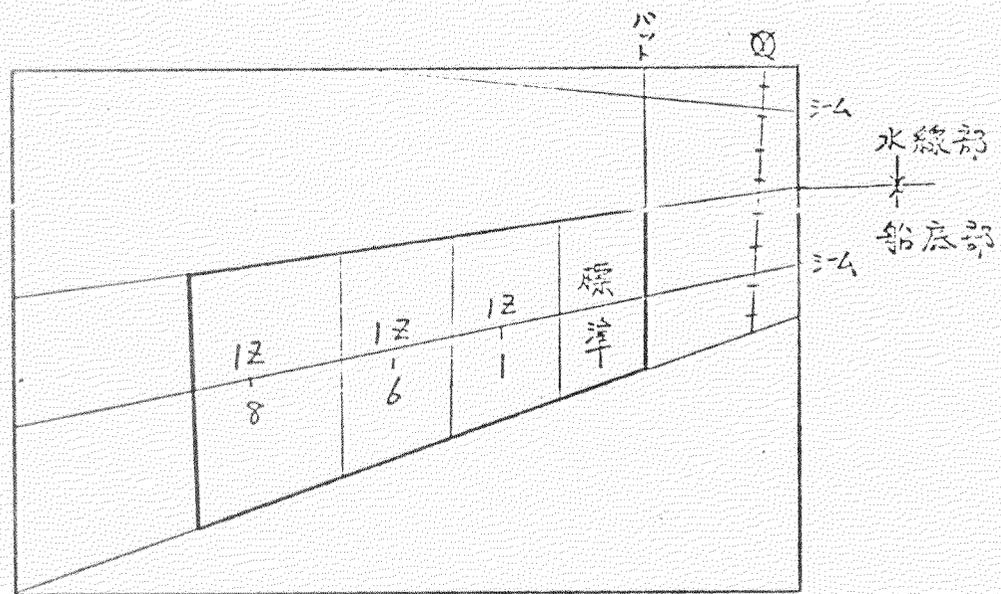
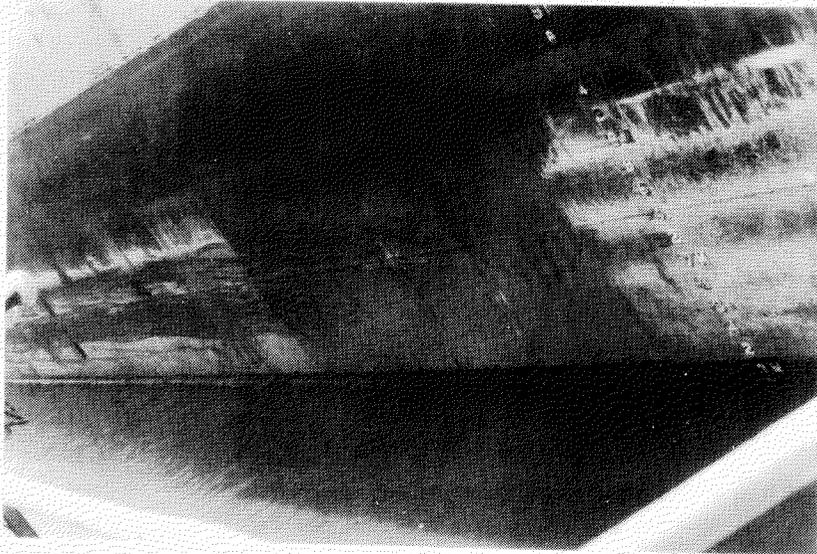


写真 4.1.2 実船試験

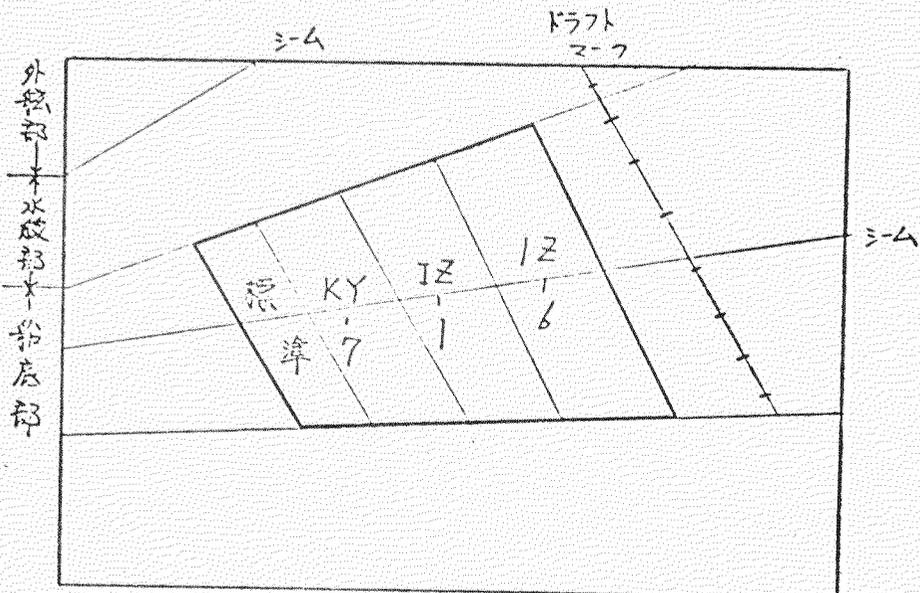
川崎汽船株 “らいおんずけいとぶりっじ”

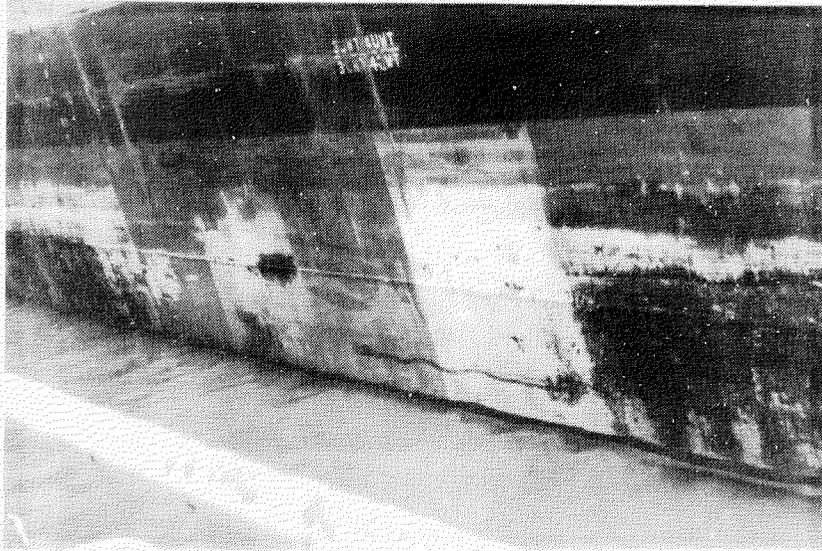
昭和50年4月23日～昭和51年4月25日

於 石川島播磨重工業(株)相生工場



右舷側





左舷側

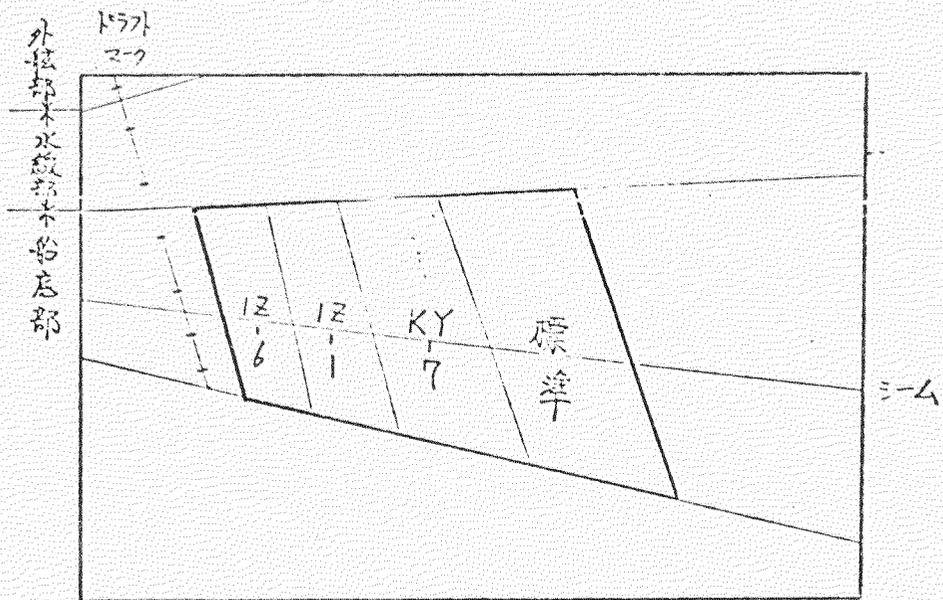


写真 4.1.3 実船試験

日本郵船(株)“鶴見丸”

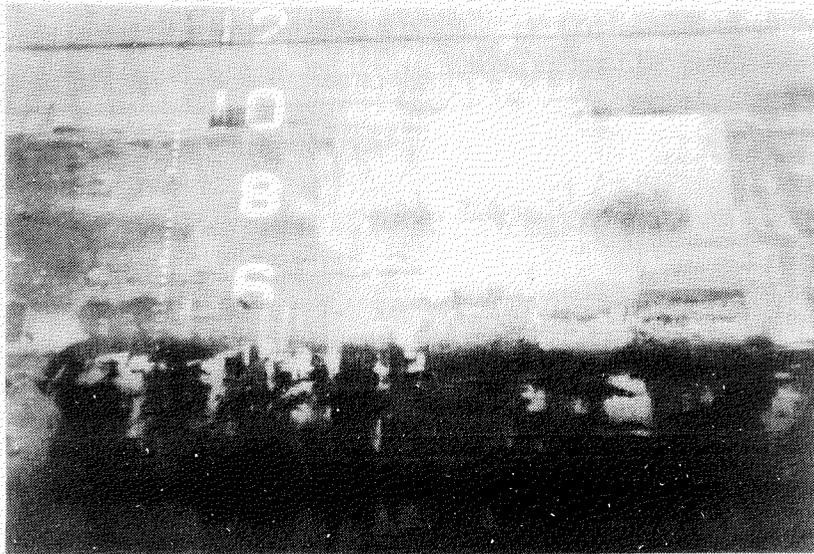
昭和50年4月25日～昭和51年4月10日

於 三菱重工業(株)長崎造船所



右舷側

					高さ	φ	
					12		
					10		シム 水紋部
					8		↓
	12	12	12	標	8		船底部
	8	6	1	準	6		シム
					4		シム
							ビルジキール



左舷側

φ	アミ					
12						シム
10						シム
8		標	12	12	12	シム
6		準	1	6	8	シム
4						シム

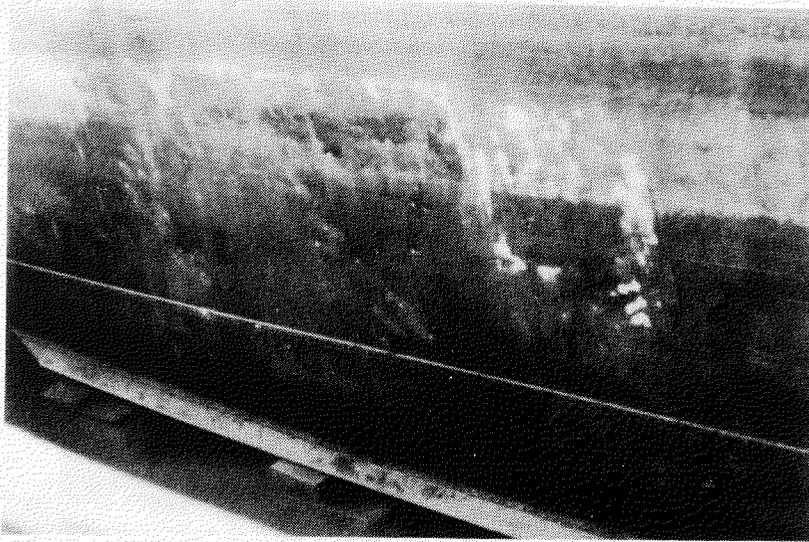
水線部
↓
船底部

写真 4.1.4 実船試験

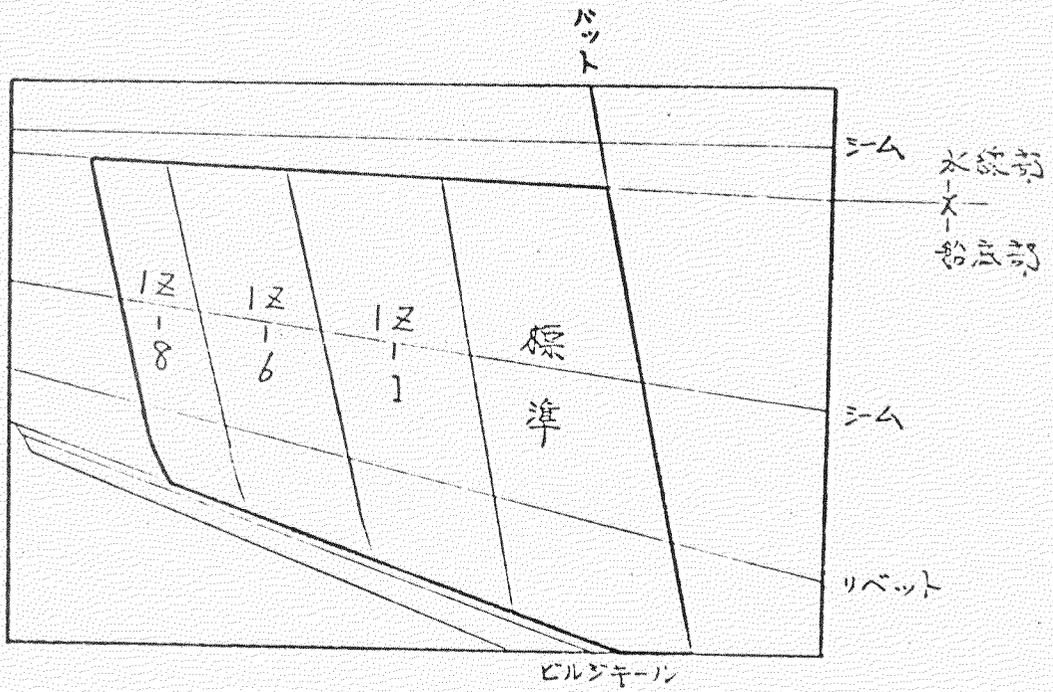
飯野海運(株) “豊洲丸”

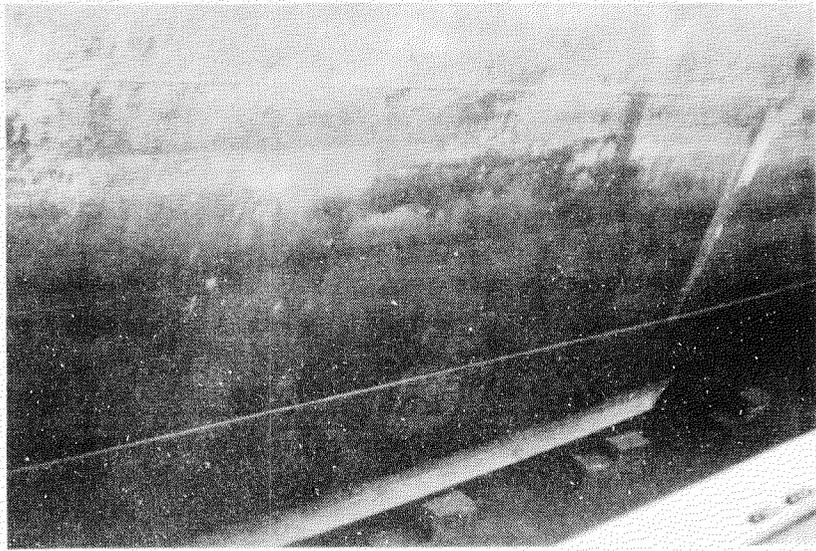
昭和50年5月2日～昭和51年6月10日

於 内海造船(株) 瀬戸田工場



右舷側





左舷側

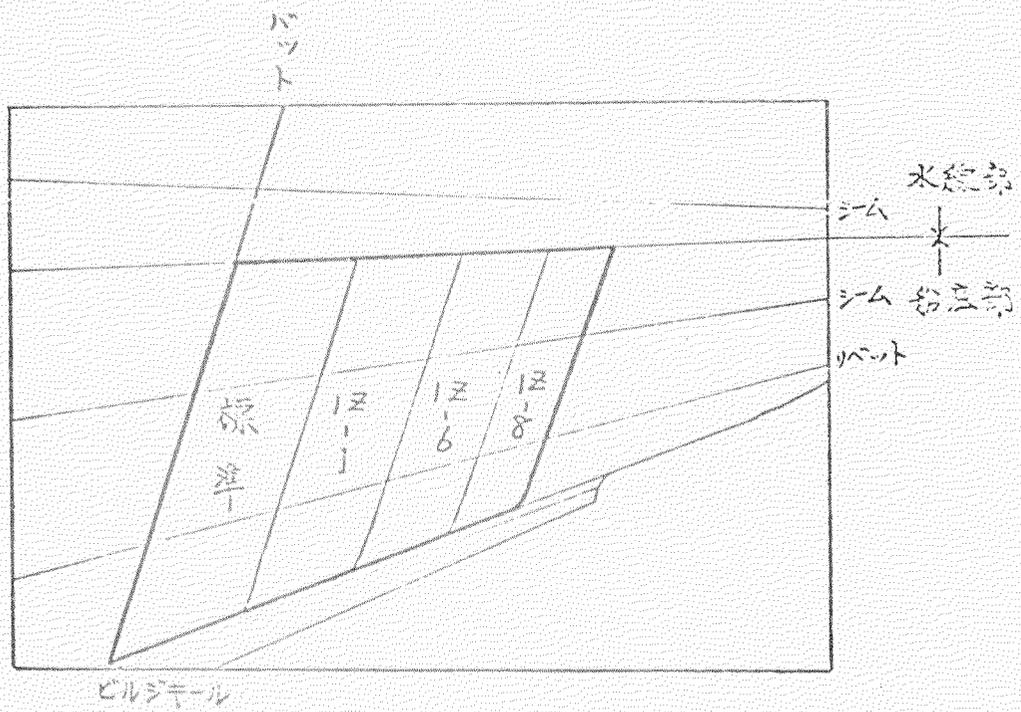
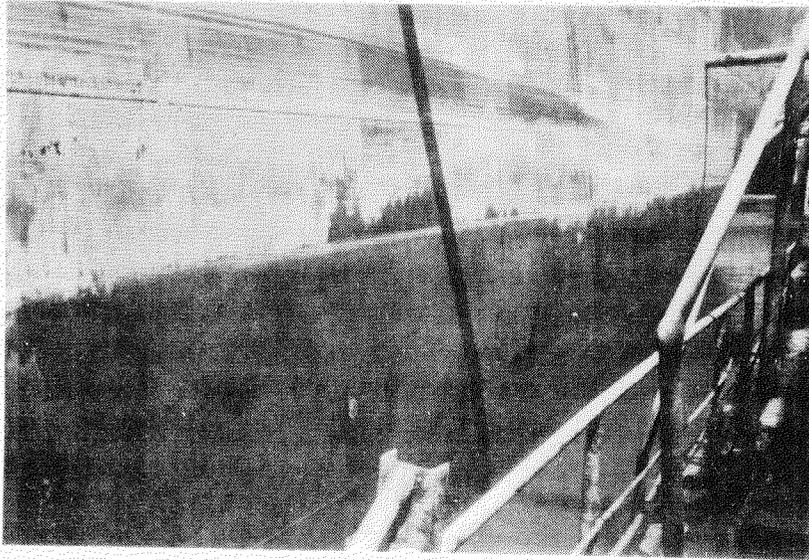


写真4.1.5 実船試験

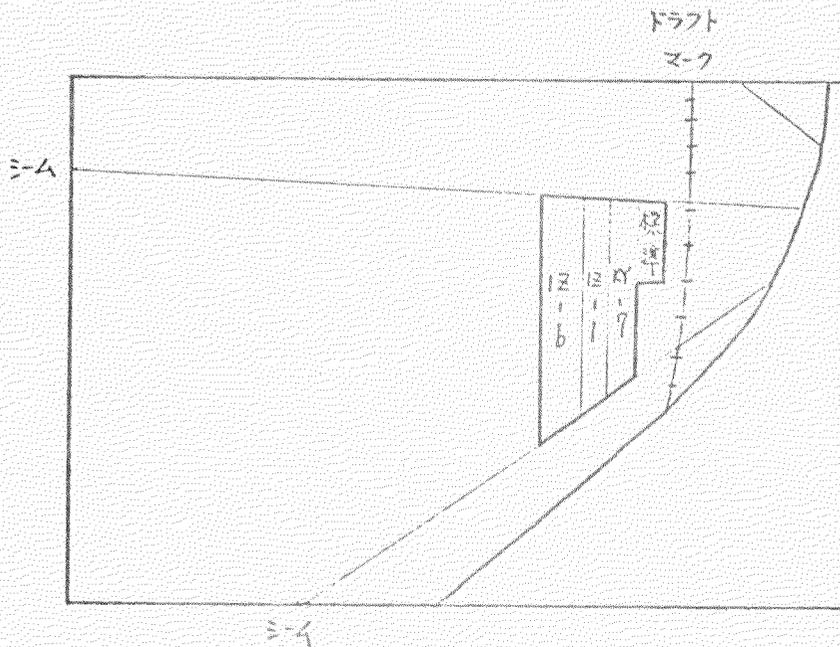
ジャパンライン(株)“ばしふいっくあろう”

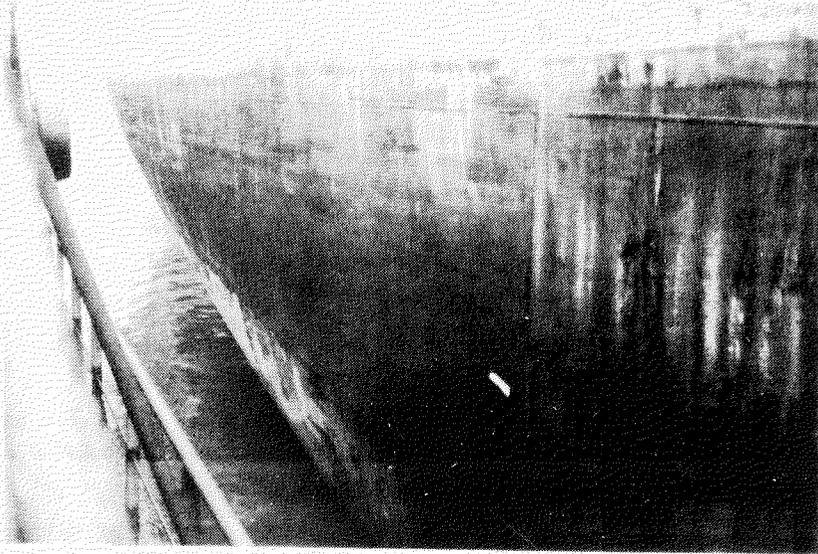
昭和50年5月11日～昭和51年5月20日

於 石川島播磨重工業(株)相生工場

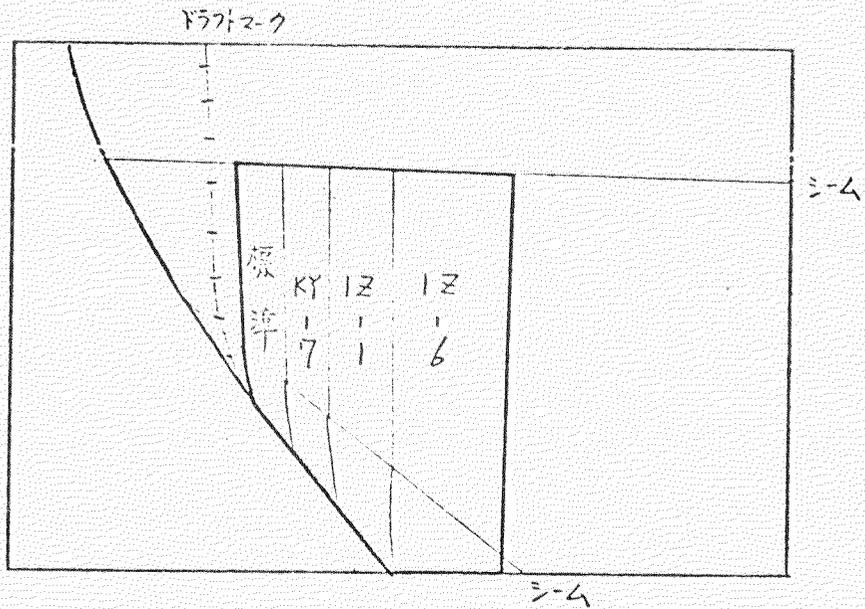


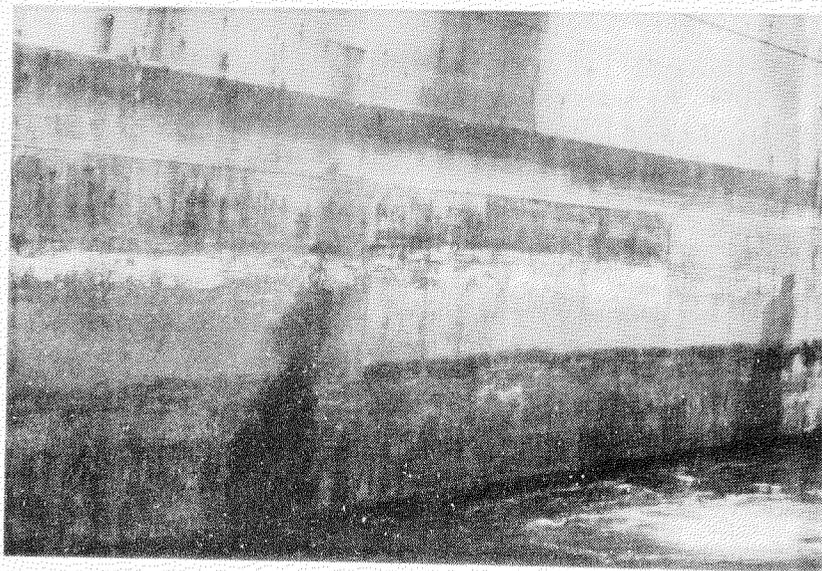
右舷側





左舷側





右舷側

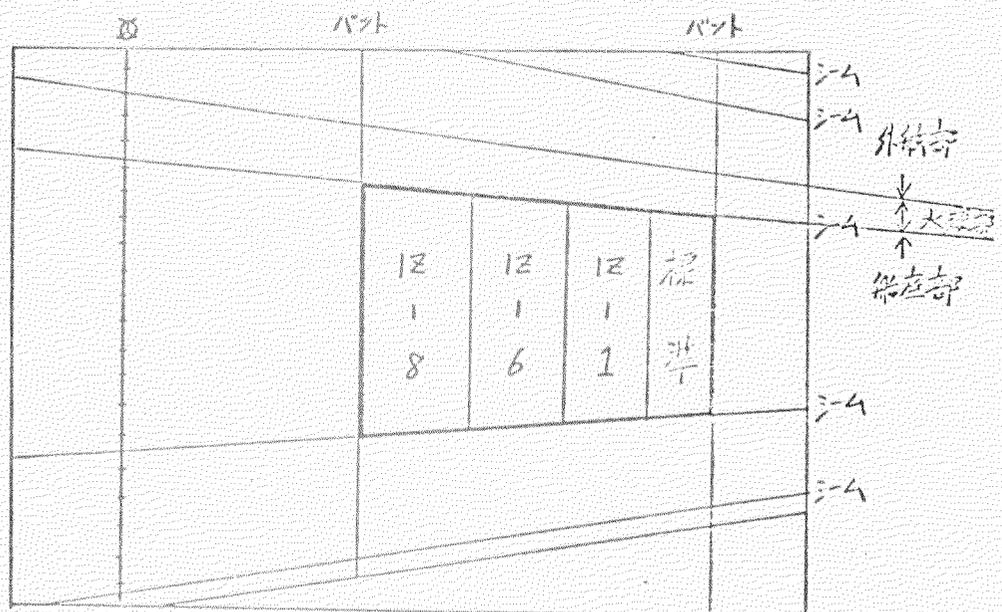


写真 4.1.7 実船試験

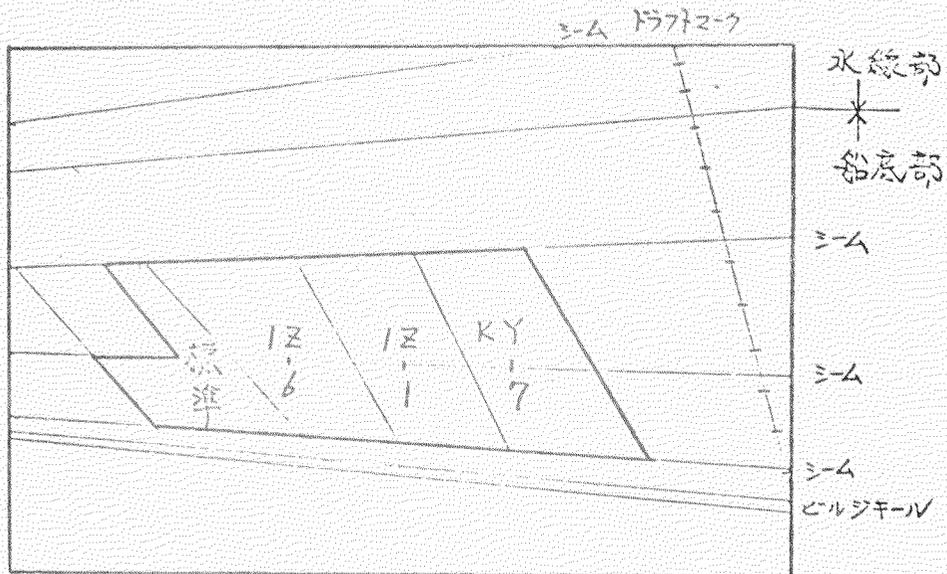
第一中央汽船(株) “ひすけい丸”

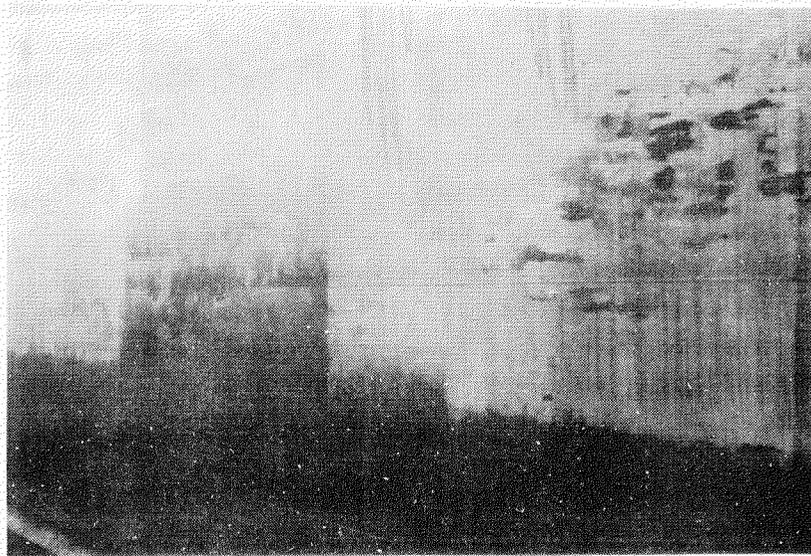
昭和50年6月20日～昭和51年6月23日

於 石川島播磨重工業(株) 呉工場



右舷側





左舷側

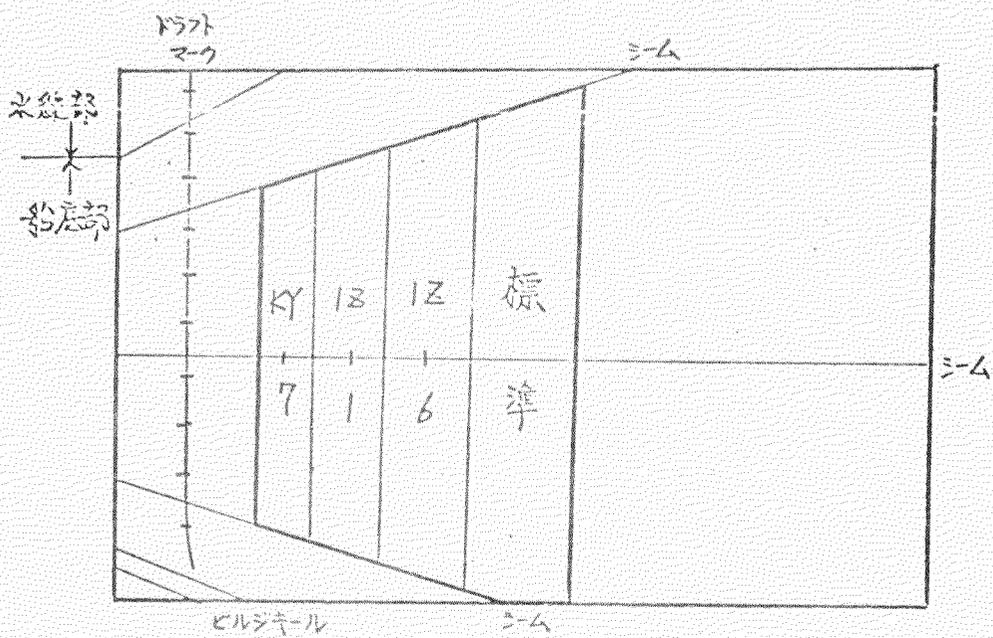
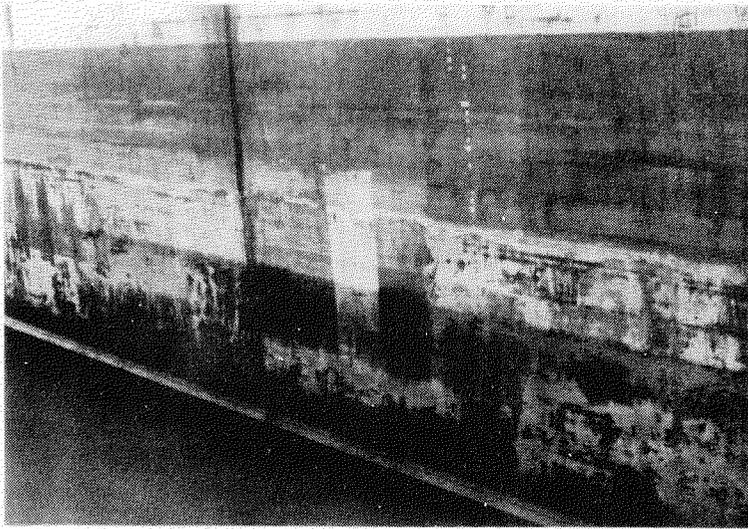


写真4.1.8 実船試験

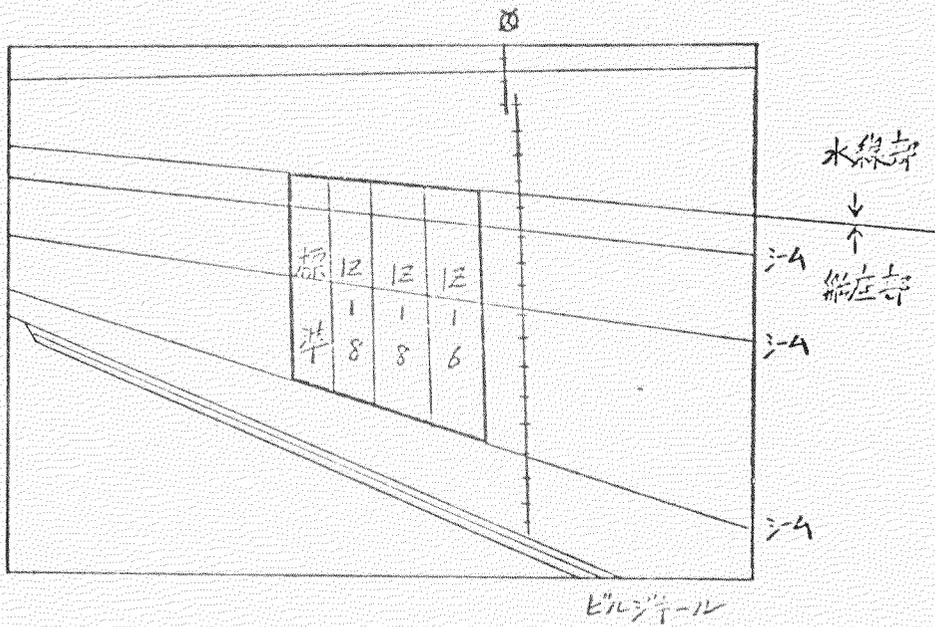
昭和海運(株)“第五ブリジストン丸”

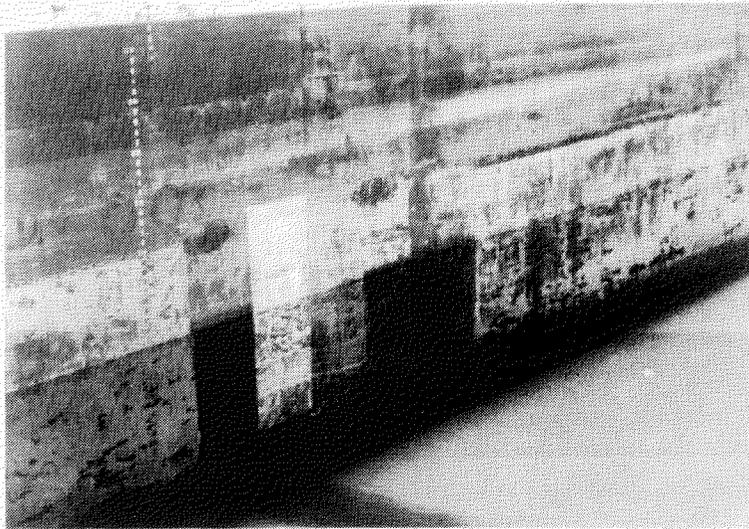
昭和50年7月5日～昭和51年6月11日

於 川崎重工業(株)坂出工場



右舷側





左舷側

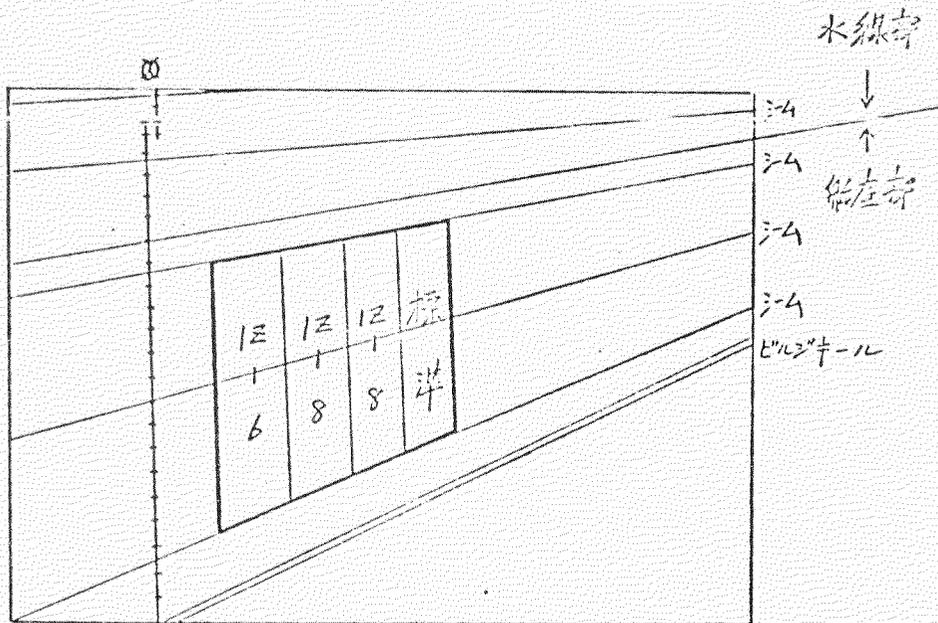
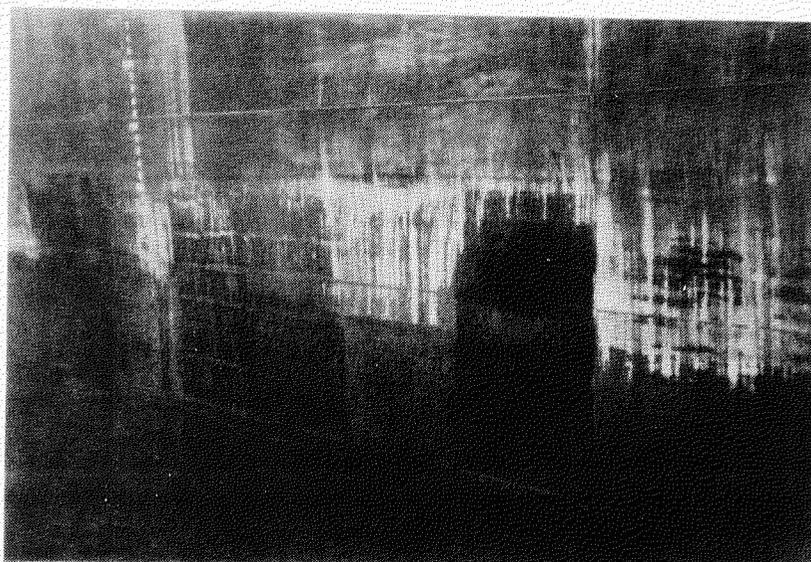


写真4.1.9 実船試験

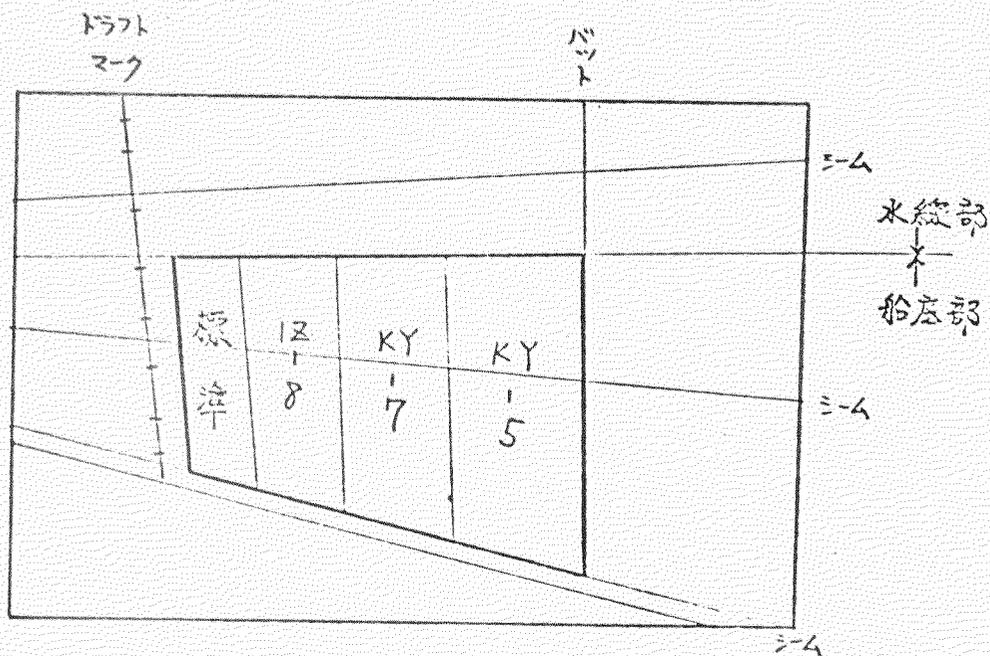
第一中央汽船(株)“香取丸”

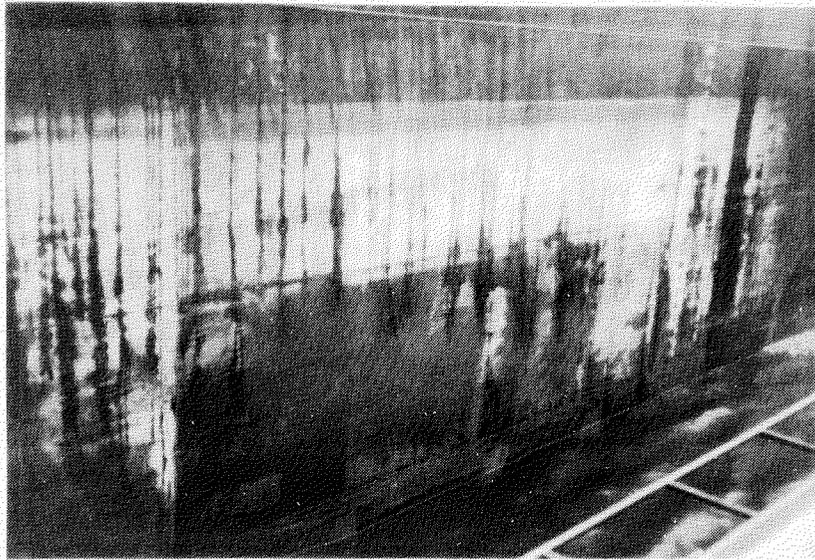
昭和50年8月20日～昭和51年9月3日

於 日立造船(株)因島工場



右舷側





左舷側

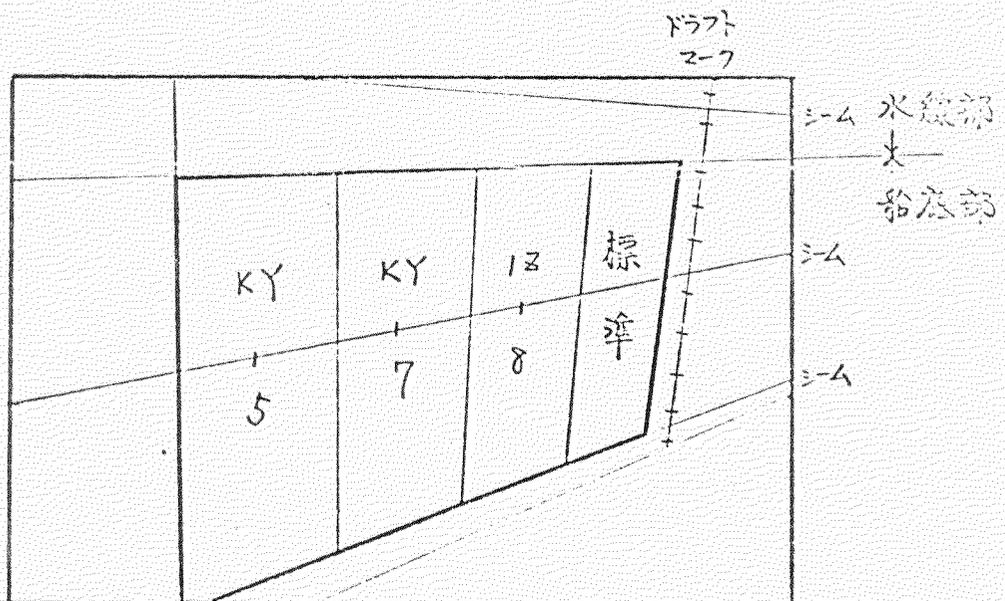
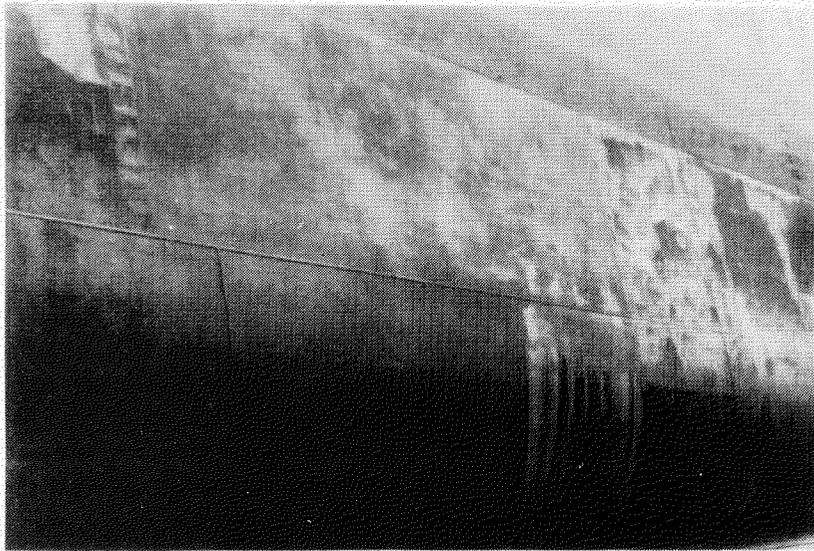


写真 4.1.10 実船試験

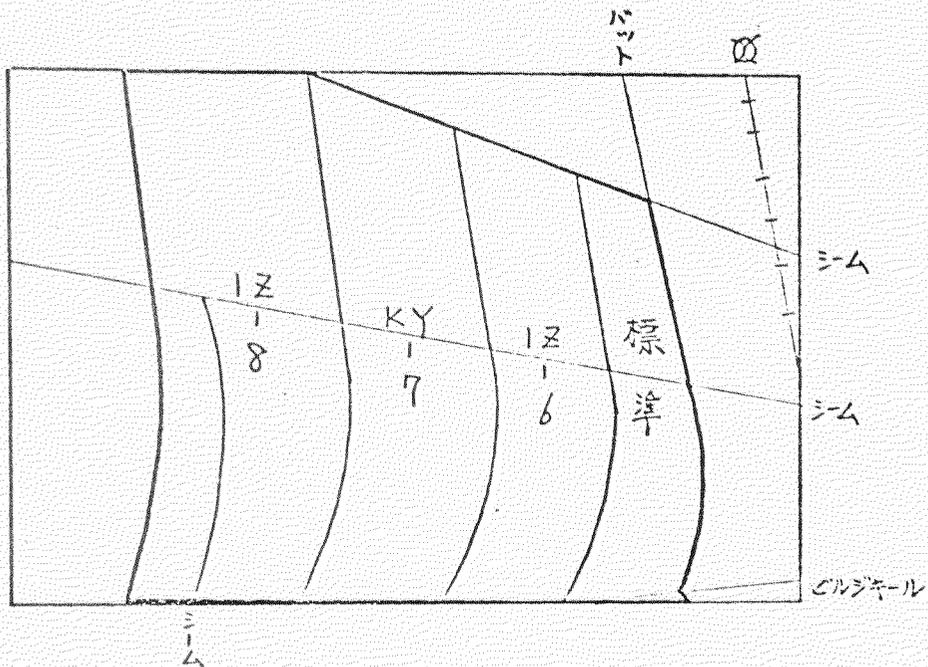
飯野海運(株) “第五全購連丸”

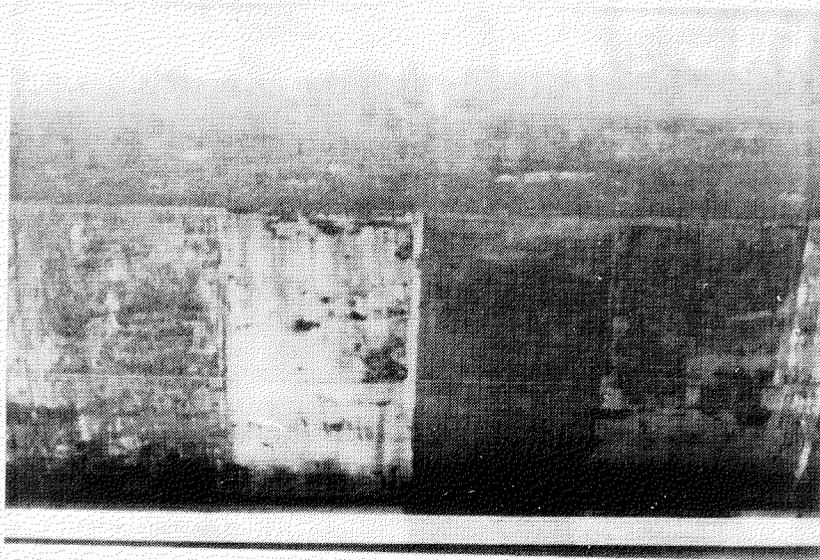
昭和50年9月1日～昭和51年8月26日

於 函館ドック(株)函館造船所



右舷側





左舷側

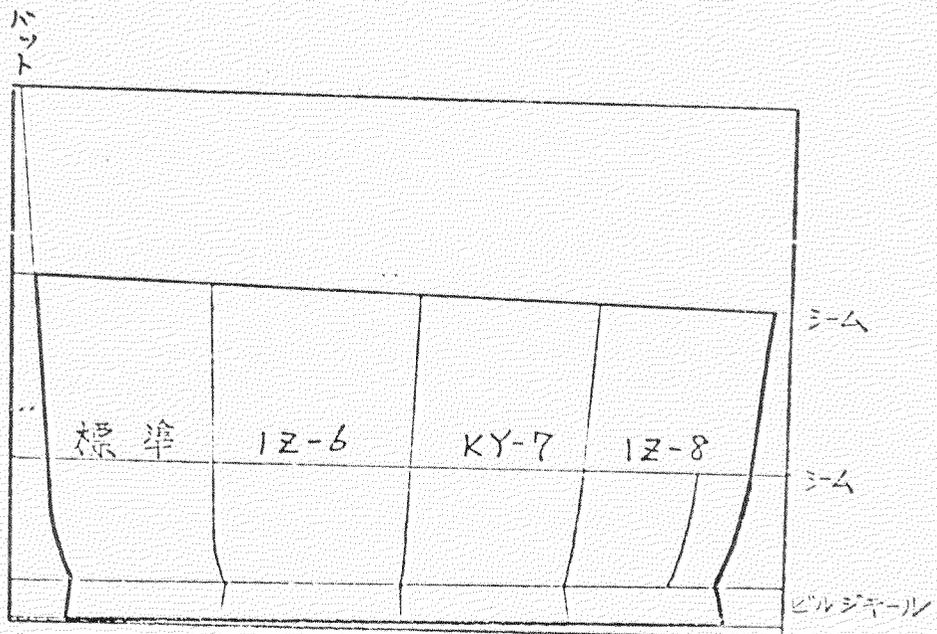


写真 4.1.11 実船試験

日本郵船(株)“北野丸”

昭和50年9月6日~昭和51年9月3日

於 三菱重工業(株)神戸造船所

右舷側

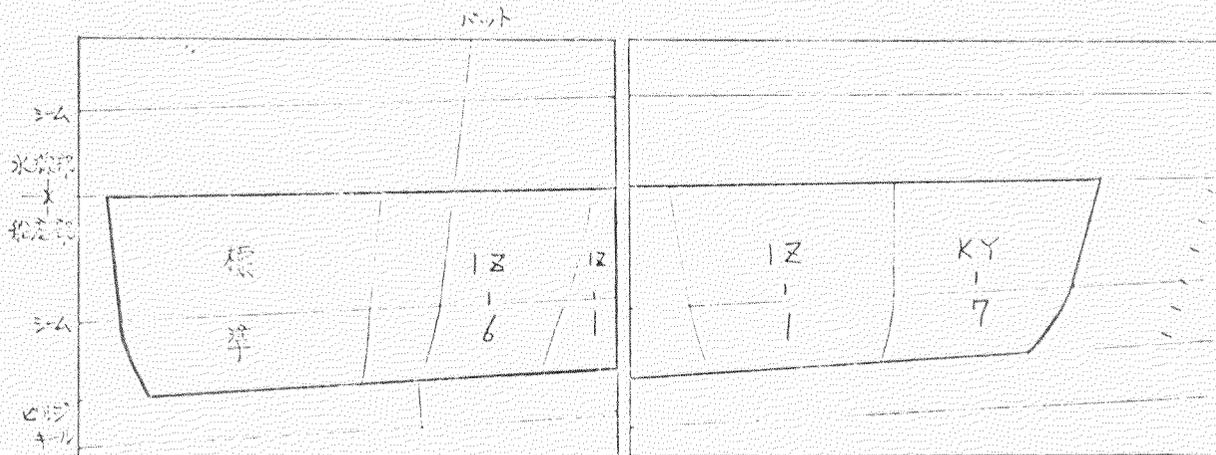
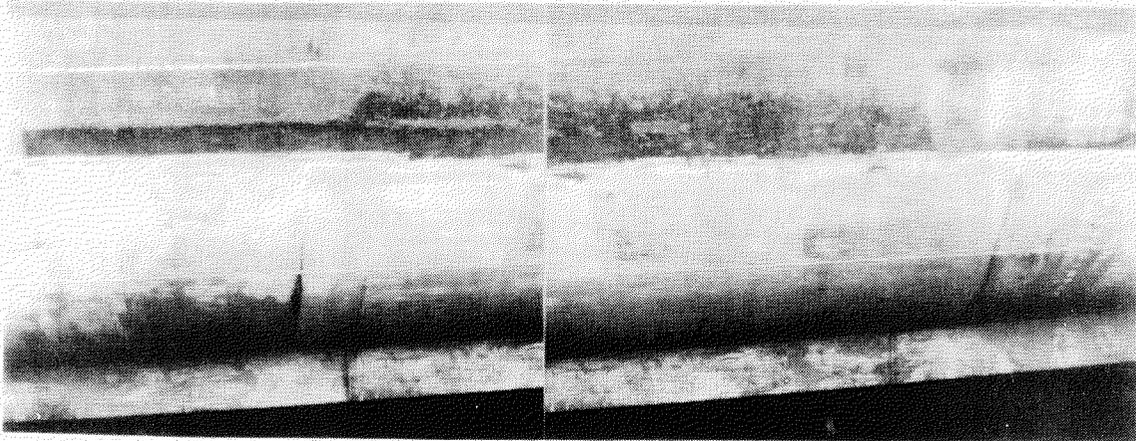
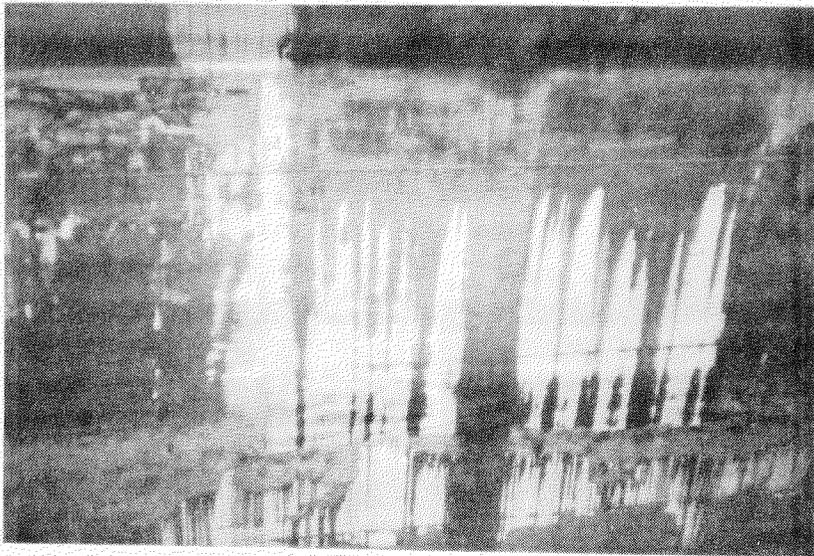


写真 4.1.12 実船試験

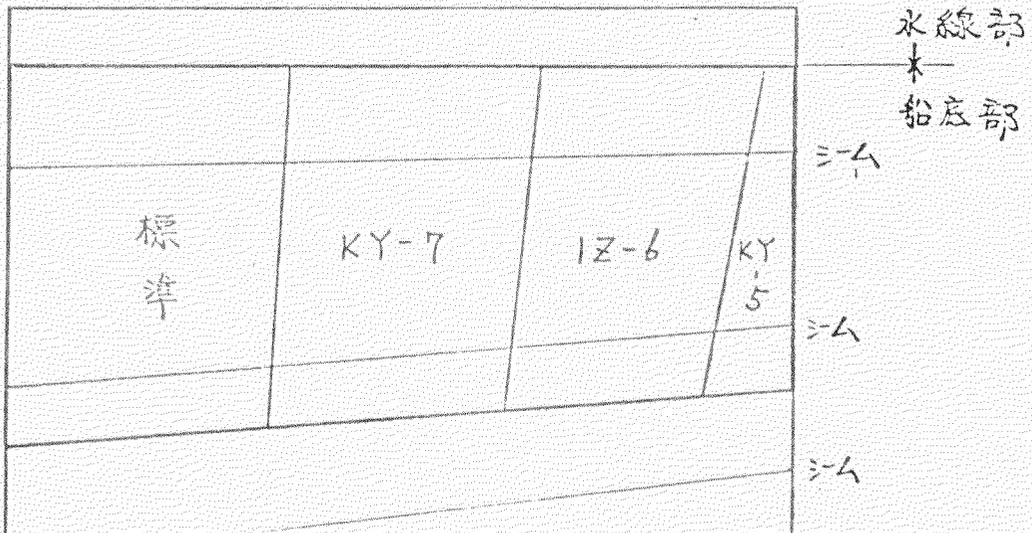
新和海運(株)“新瑞丸”

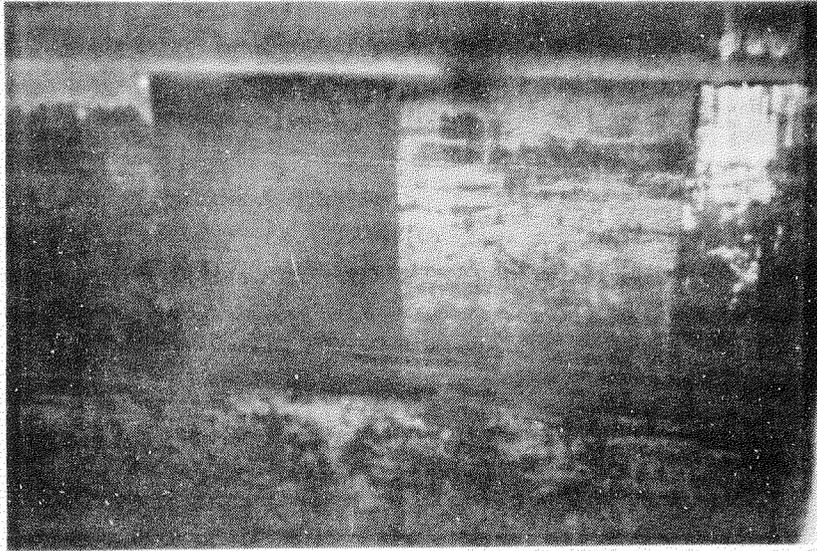
昭和50年9月29日～昭和51年9月13日

於 三菱重工業(株)横浜造船所

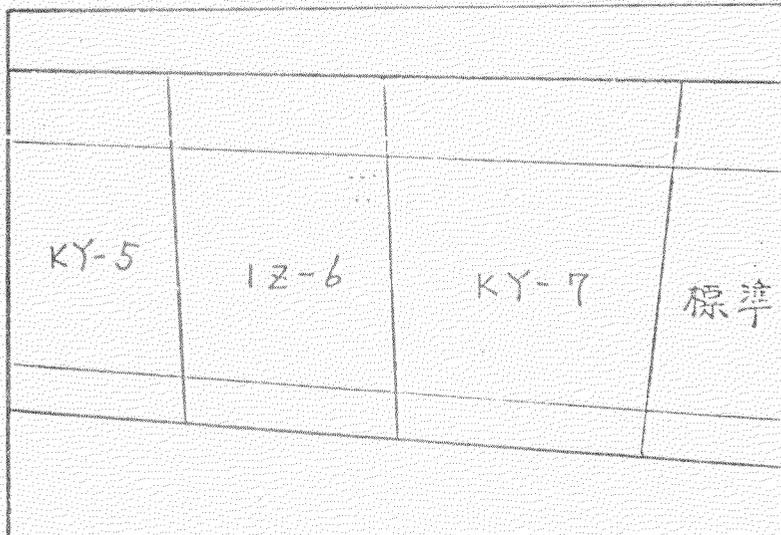


右舷側





左舷側



水線部

↓
鉛直部

3.4

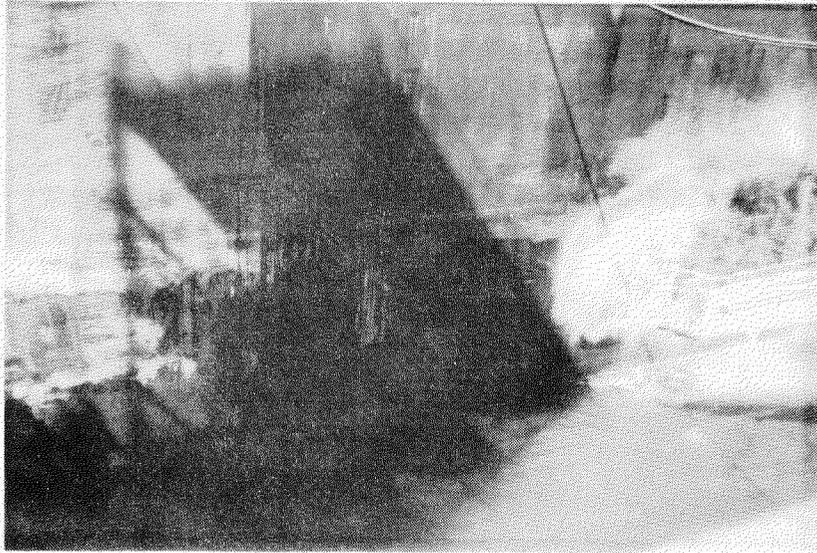
3.4

写真4.1.13 実船試験

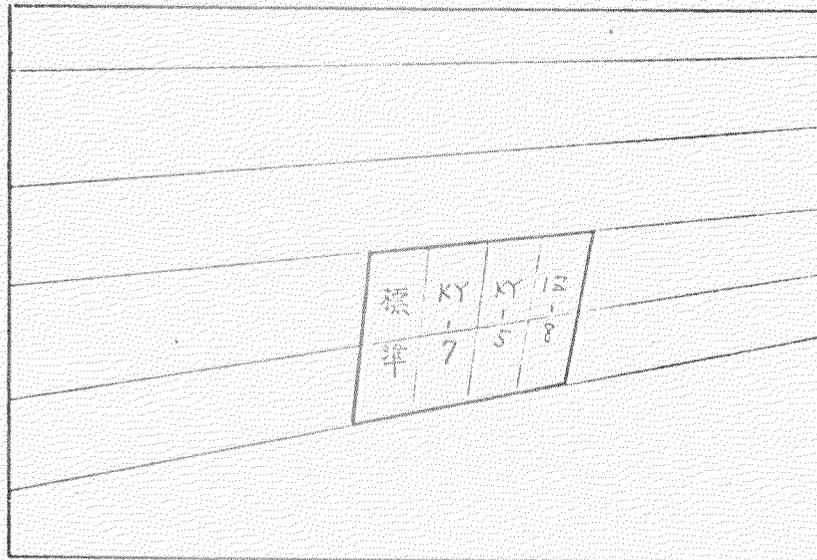
第一中央汽船(株)“小倉丸”

昭和50年10月27日~昭和51年9月28日

於 三井造船(株)由良工場



右舷側



シム

シム

水線部

シム

船底部

シム

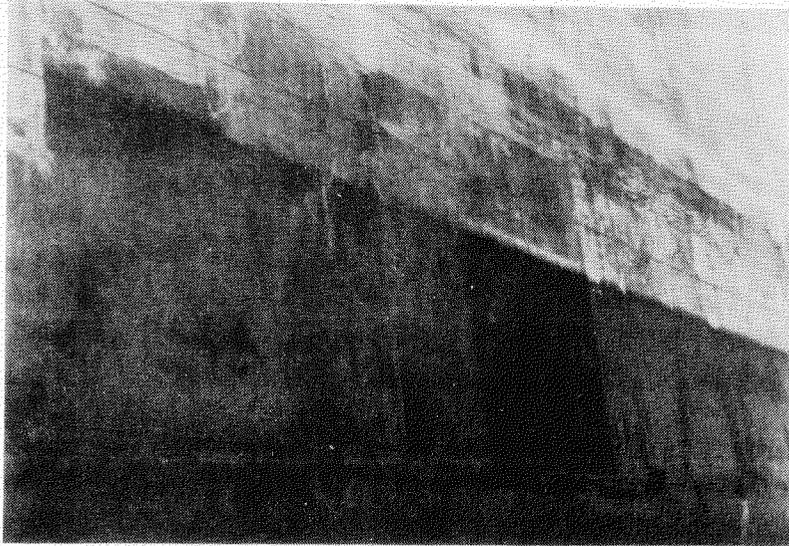
標	KY	KY	12
準	7	5	8

写真 4.1.14 実船試験

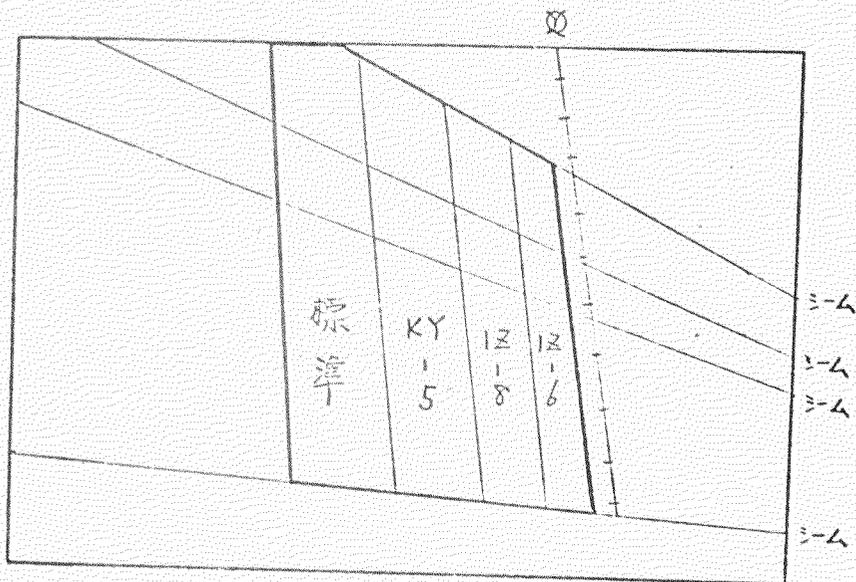
大阪商船三井造船(株) “泉山丸”

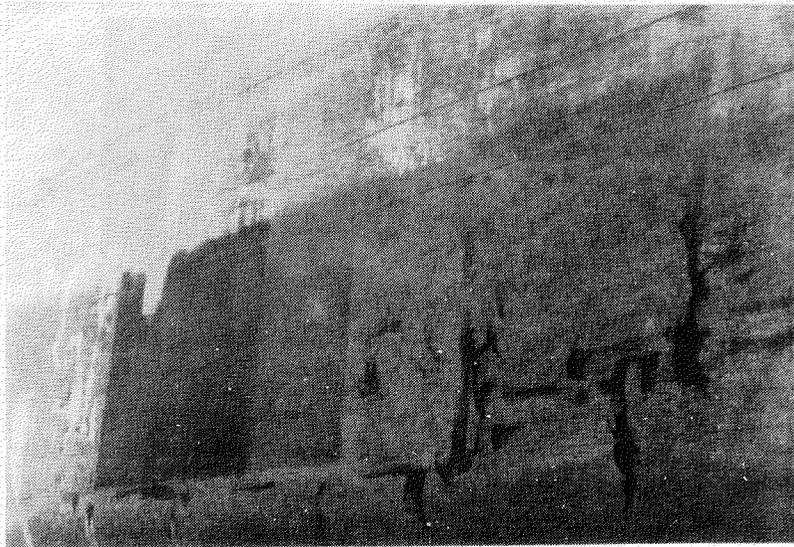
昭和50年11月7日~昭和51年11月14日

於 三井造船(株)由良造船所



右舷側





左舷側

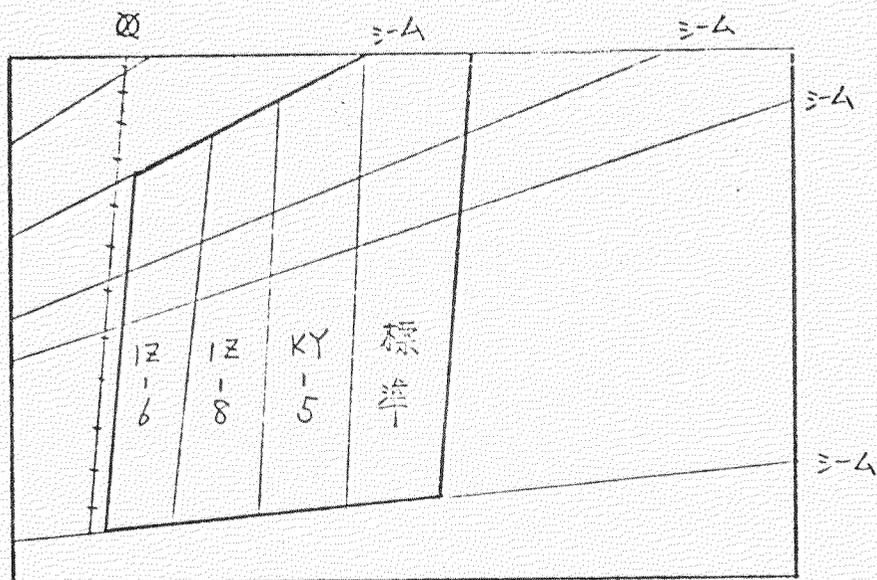
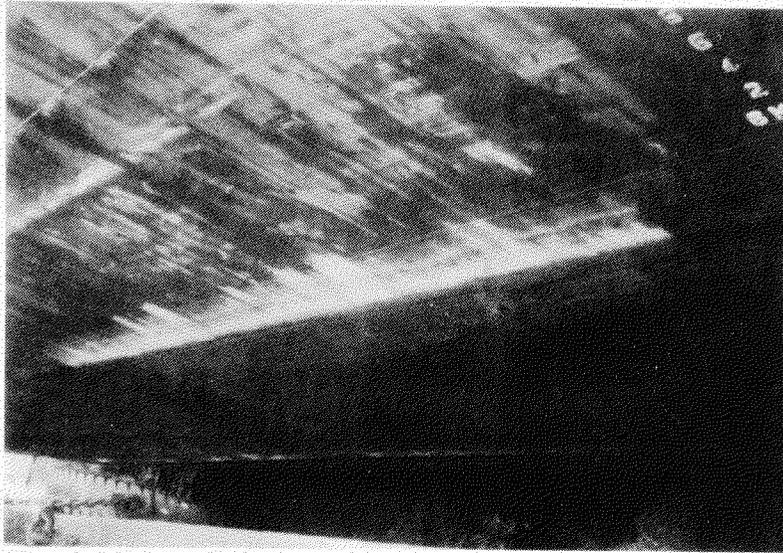


写真 4.1.15 実船試験

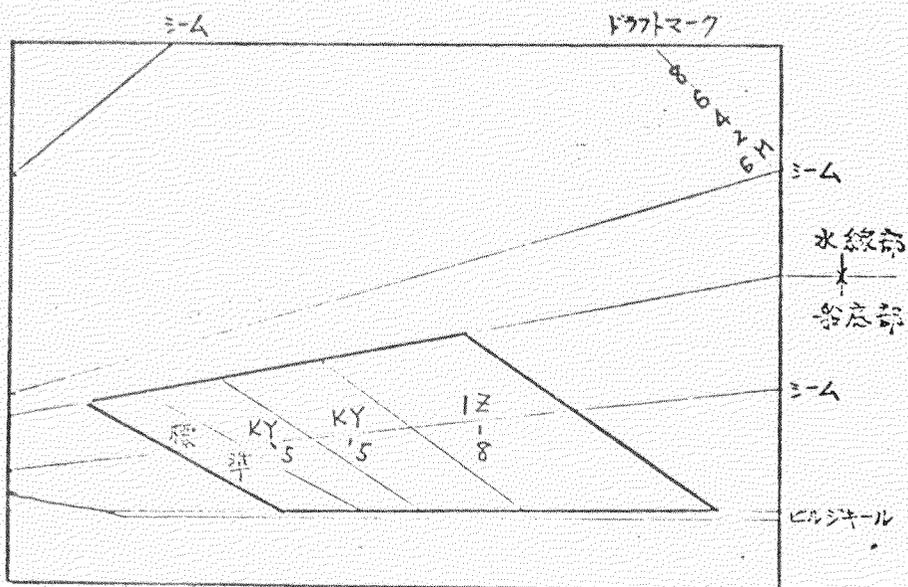
昭和海運(株)“美徳丸”

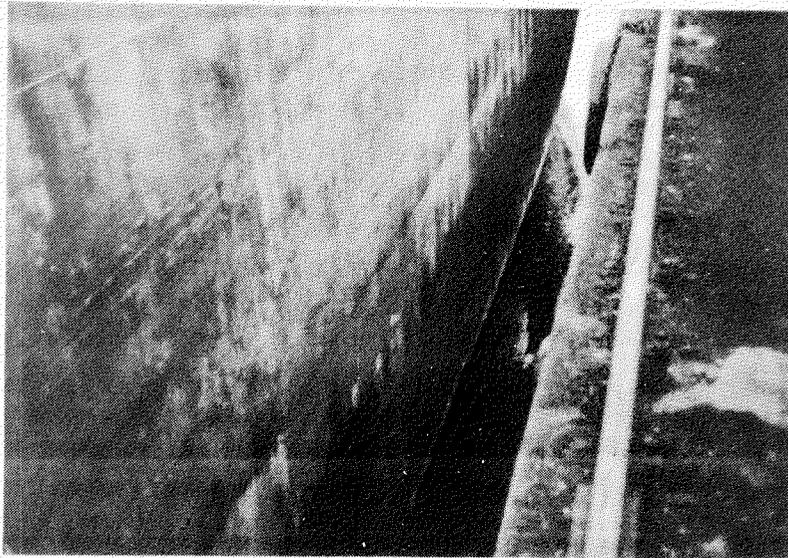
昭和50年11月20日～昭和51年8月13日

於 日立造船(株)神奈川工場



右舷側





左舷側

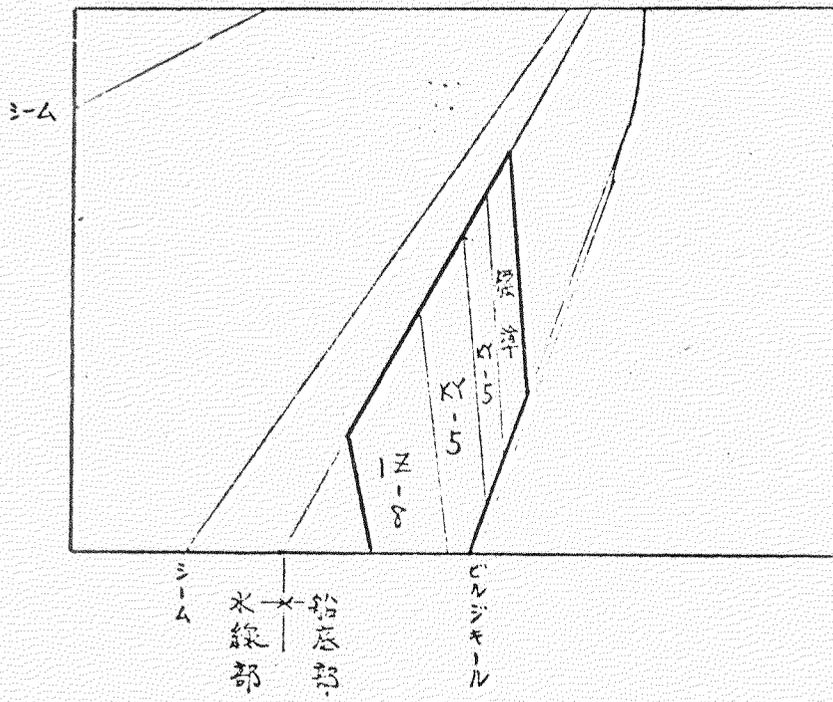
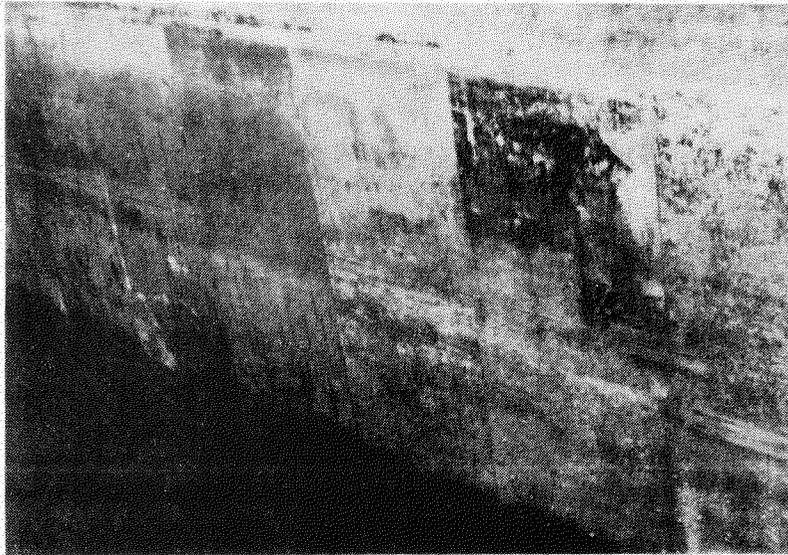


写真4.1.16 実船試験

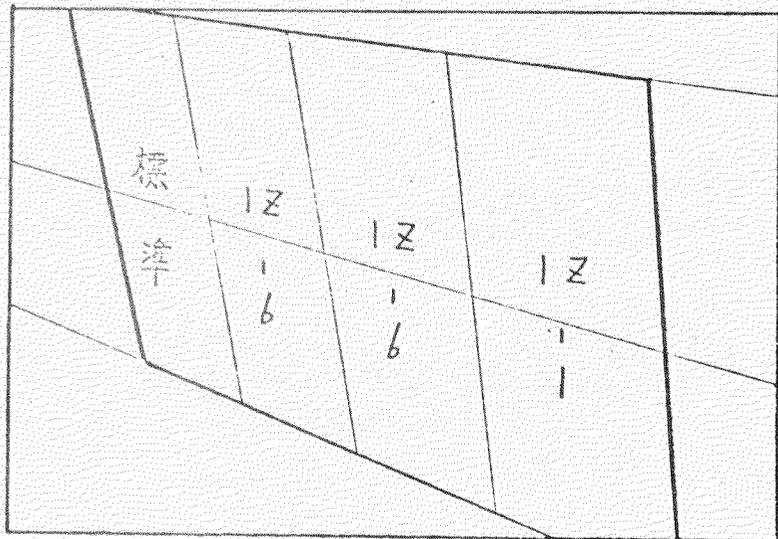
日本郵船(株)“高千穂丸”

昭和50年11月25日~昭和51年11月9日

於 三菱重工業(株)長崎造船所

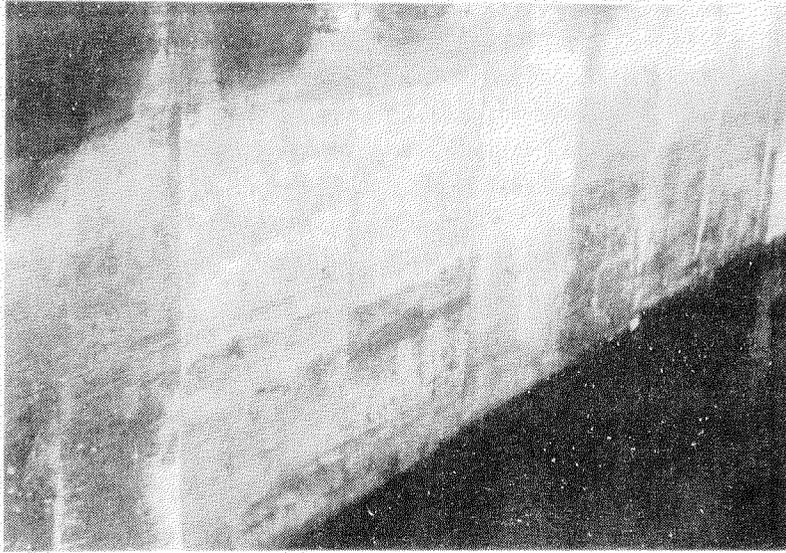


右舷側



水線部
|
船底部

シム



左舷側

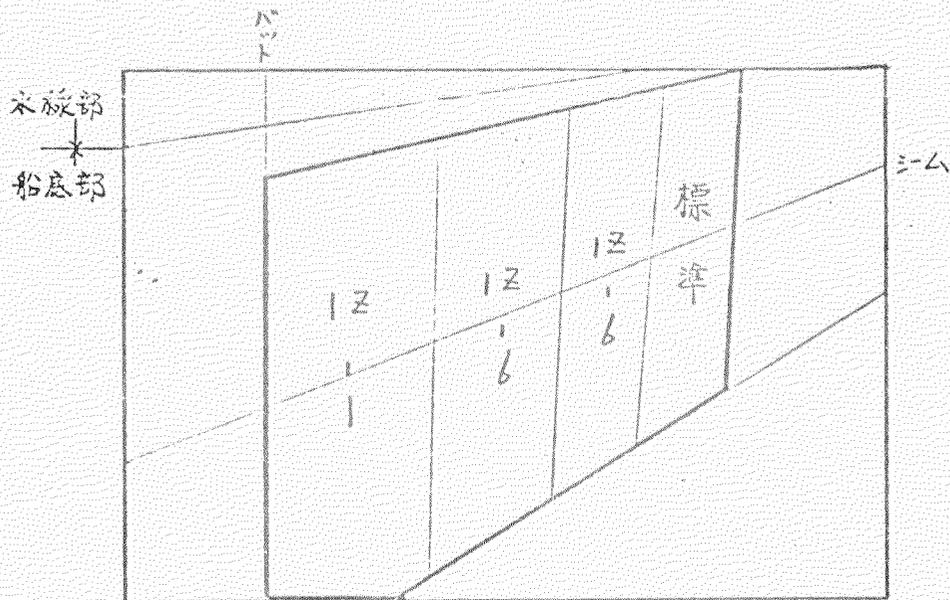
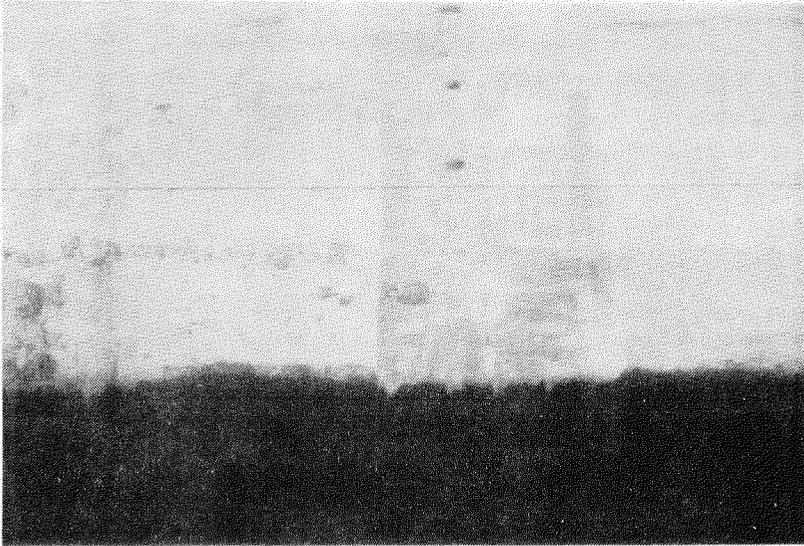


写真4.1.17 美船試験

新和海運(株)“神和丸”

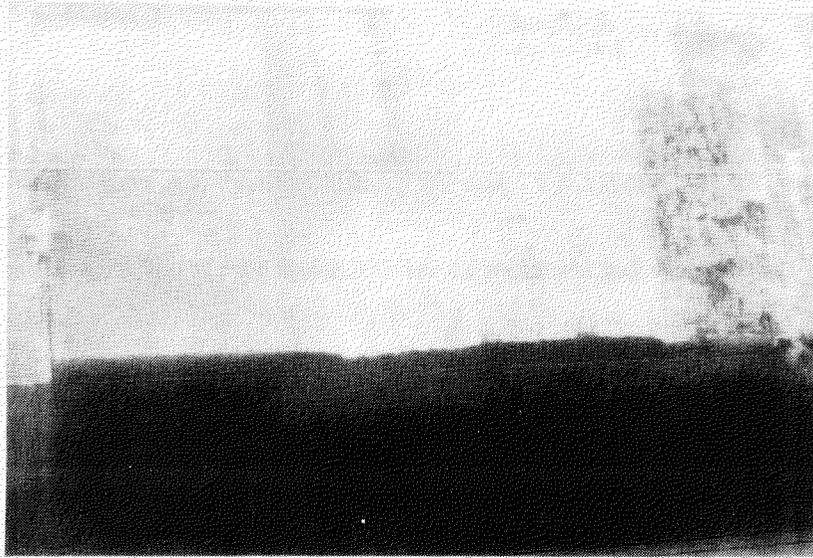
昭和50年12月12日～昭和51年9月30日

於 石川島播磨重工業(株)横浜第二工場



右舷側

標	12 1 8	12 1 6	KY 1 5	≡△
準				≡△



左舷側

				シム
KY 5	1Z 6	1Z 8	標準	シム
				シム
				シム

5. 第14回防食防汚国際委員会年次総会 (14 th COIPM Ple-
nary Session) 並に第4回防食防汚国際会議 (4 th Interna-
tional Congress on Marine Corrosion & Fouling)

出席報告

三好 貢

場所と期日 Antibes—Juan Les Pins—Palais des Congres France
国際委員会 10 ~ 13.6. 1976
国際会議 14 ~ 19. " " "

国際委員会

1. Dr. V. Romanovsky 座長になり、開会を宣し、議事日程等の承認をする。
2. 新入会員の審議
スペイン代表より、スペインの或る大造船所並に造船研究協会が入会して、協力したき申出あり、後刻審議することになる。
3. 各部会の討論

3.1 海洋環境下の木材部会 部会長(代) Mr Houghton (英)

熱帯産の各種木材の耐蝕害性、即ち Wood Borer や Marine Fungi に依る被害に対する自然耐久性を熱帯各地及び研究所で Active Member が分担調査中、また、それ等木材に対する TBT O, TBCL, TBT F の毒性効果研究中、共に近く研究終了の見込、その出版に関して審議あり、日本は以上の研究には協力出来なかったが COIPM#13 で中間報告した「日本沿岸における Marine Wood Borers の分布について」の研究が SR141—第二分科会と京都大学木材研究室の協同で完了したので、報文提出、説明して協力の実を挙げ得た。

3.2 電気防食部会 部会長 Dr. F.H. de la Court (オランダ)

電防下の塗膜の試験法の改善が目的で、その方法は先ず COIPM#12 で発表され (SR141, 49 年度報告) たが、更に精度を高め、且つより accelerate するために -1200mV 使用と painting spec の改善を計ったのが COIPM#13 であった (既報)。今回は協同実験段階に入り、panel を各 Active members に配布、実施に際しての打合せに尽きた (日本は Active member でないので参加しないのは残念である)。

部会長 Dr de la Court は今回をもって辞任申出をしたが慰留、彼は T.N.O., Delft の AF 責任者である。

3.3 AFペイント試験法部会 部会長 Dr. E. Mor (イタリー)

3.3.1 COIPM#13 で決められた日本、デンマーク、オランダ、仏、伊、ギリシャ協同の AF 浸漬の結果を持寄り審議された。船底、船側各部位における汚損傾向を調査するための一方法として作成された種々の角度をもって試験板が取付けられるよう考察された器具を使用しての実験である。日本のものは、中国塗料、宮島テストングステーション (井村委員担当) と、住友重工、神東塗料協同の追浜テストングステーション (諏訪部委員担当) のもので各々1ケ年のリレポートを完成して提出説明した。

日本の報文は Dr. E. Mor の要望に甚だ忠実で、Complete booklet with all the data of the experiments と最も高く評価され、協力を深謝された。(註、日本の自然

環境におけるAF浸漬テストデータの作成技術は最高だが、AFのラボラトリーデータ並に促進テスト等に関しては学ばなければならない面が多過ぎるようである)

一般的な汚損傾向は日本、伊、仏、ギリシャの順で、量的には勿論日本が最高、ギリシャは少いがパネル位置の汚損の結果は完全に同一、即ち、コントロールパネルの汚損は垂直面が最大、水平面は最少、45°傾斜面はその中間であった。

標準AFスベックはデンマーク委員の提供即ちヘンベル社製で、AF中の防汚剤にはTBT Fを使用した塩化ゴム系である。Dr. Morは甚だ優秀だと評価している。浸漬期間の延長が提案され可決された。60%汚損迄続行することになった。

なお、デンマークは1976.1.暴風のため筏流出、仏、C.O.B(プレスト)はスタート遅れレポートに至らなかった。最終判定はT.N.O(オランダ)で作られる。

3.3.2 ラボラトリーテスト

既報のDr. E. Mor考案の「Laminar sub-layerを実験室的に再現する容器の中に入れたテストパネルからのleaching rate測定をパネルを取出さないで、温度をいろいろ変えながら実験されるもの」でGenevaでデータ作成中だが未だ修正段階である。

Dr. Morは協同研究者達の見学を呼掛けている(Laboratorio Per La Corrosione Marina Dei Metalli, Via Mercanzia, 4, 16123 Genova)ギリシャ、Dr. Skulikidisは有機錫系AFの研究に特に熱心で次の発表が期待される特種の方法である。ギリシャ船主の影響と非公式発言が小生に対してあった。デンマーク委員はヘンベル社品Hydronを上塗したAF specのturbulent flow下における錫のleaching rate研究に集中している。防汚剤はTBT FとTPT Fである。いささかCommercialの傾向がないでもないがデンマークの協力データは塗料について最も多数であることを附記したい。

日本も浸漬テストのみならず、ラボラトリーテストについても協力する様にしたい旨発言、エジプトは浸漬テストに参加(アレキサンドリア港)したく申出た。

Mr. I. Poretz(U.S. Department of Commerce Maritime Administration, Washington, D.C.)はU.S. Navy用AC, AFの協同テストをやって貰えないかその時はU.S. Navyのテストステーションを開放する旨発言があった。これに対しDr. RomanovskyはCommercial Paintのテストはこの委員会の主旨に反するときめつけ、はげしく対立した。これは正論故当然のことであるが、結局、この委員会の枠を離れていわゆる二国間協定をすればよいという常識論に全員一致した。米国は世界各地、各条件下での一定のAFの性能解析をすることと、海洋附着生物の研究範囲を拡大しているいろいろの情報を得たいのが真意で、テストステーションのいくつかを提供してほしがっている。その場合はU.S.Aでのテストも出来る様に開放するし、また、協同研究でのinformatiousも提供するというのであるから、日本としては大いに一考に値すると提案したい。何故なれば、U.S. NavyのAFプロジェクトチームの充実性は到底われわれの遠く及ばない膨大なものである。海運界のためにも入手したい情報は多々あり、僅かの協力でgive and takeの裏を挙げられる筈だからである。U.S. Navyの委員はこの委員会の中で日本に対し非常に友好的であることを附記したい。

3.3.3 長期性AFのテスト法確立のための作業が始められている5ケ年間有効AFのためのものがあるが、現存のU.S. Navy法の再確認等U.S. 委員に負う所が大きい。仏Navyも熱心だが、共に今後時間がかかりそうである。

3.4 表面状態部

部会長M. P. Barrillon(仏)

3.4.1 hydrodynamic frictionの問題はこの部の目下最高のtopicsで前回U.S. NavyがITTCと連繫を保つことを約束したが、COIPMの「材料の保全を目的とする」という意義を

消極的に解釈される向きもあり、今、直ちにA Fのスピードダウンの基礎理論追求に協同作業することが困難であるとの部会長発表があった。然し、進歩したA F specの性能証明には、どうしてもhydrodynamic friction dataの付与が必要で、その意味で偶々提出した日本ペイントのA Study of Frictional Resistance of Some Coated Surface in Water(1968)が注目され、更に30部の追加要求があった程である。デンマーク委員はここでもHydron 塗装スペックのDataを用意しているが、スウェーデンと英委員の次回の反駁が期待される。国際会議で説明される島谷四郎委員の「塗装前二次表面処理基準」(SR139-第3分科会内容)と植田健二委員の「バラストタンクの発錆に関するLow-cycle Strainの影響」(SR140内容)は共に当部会のItemで、紹介説明をして関心を集めた。二次表面処理基準についてはSwedish Scalesとの違いにつき追求急なるものがあったが、かえって新造船、修繕船の現状に即して作成されたことの認識を高めた。日本以外の各メンバーは「二次表面処理」に関するその国の規定等につき本部秘書(Miss A. Woden)宛報告する様要請された。次回集計しての発表が期待される。

SR139-第3分科会の果した国際協力と見てよいLow Cycle Strainに関しては出席者には難解の点もあり、ただVery Interesting Japanese Studyと感謝されたにとどまり、ここでは質問がなかった。

3.5 公害部会

部会長Mr. D. Salvo(米)

3.5.1 銅公害の問題

COIPMは#11から港の内外における銅公害につき議論を続けてきている。海水中にはppbのorderであり、何処も特筆する必要も無い様だが#13頃からの報告でbottom sediment(海底沈着物)中に蓄積された銅が意外に多く、且つその附近の動植物性生物体内にもppm orderで検出される報告が英から提出されるに至った。今迄主として仏、伊主体の研究であったがこれにU. S. Navyが加わり米軍港地区の調査を急いでおり、その対策を論議するようになった。サンフランシスコ、サンジェゴでは100ppm、400ppm Cu per dryweight in sedimentになることがあるが、日本のヤードまたは港湾周辺では果してどの位のppmかと質問されている。日本はまだ発表の段階ではないのではないかと思われるが、出来るだけ協力したいものである。

米では汚染されたSedimentの浄化を考えているようだが大きな仕事である。汚染はCu系A Fのためのみとも考えられないが、有機錫系A Fの環境公害に関する有利性が見直された次第である。(註.有機錫系A Fは海水と紫外線または土壌中にある微生物に依って最終的に無害の錫の酸化物になることが報告されている。)

3.5.2 有機錫系A Fの毒性問題

日本からの提出書類はSR141・第三分科会50年度のもの、即ち、

- a) 2,3,5,6-Tetrachloro-4-(methylsulfonyl)Pyridine LD₅₀ 700
- b) Triphenyltinmethacrylate Copolymer " >2000

以上2種の防汚剤の毒性についての研究である。

group membersの希望により全員に配布された。小生はさきに部会長に「世界共通の、あるいは公認の毒性テスト法が有機系A Fの人体障害問題を判定するに必要」なる所以を説明し、その作成に協力方要請し合意を得ているが、今回の報文説明に当り、各メンバーに対し既入手のA F毒性テスト法の御提出方を要求したが、Mr. B. Sykes, Mr. A. Partington(英)がJ. Englehardt(M&T社)(2,1975)の報文を推薦したに止まった(日本では入手済)。

以上は、小生が3.5.2の人体障害問題主査として、説明、要請をしているのである。

有機錫A F分析分科会、同各国法規分科会等は未だ活動して居らない。

3.6 コンクリート部会

部会長 Prof Skulikidis

日本(日本油脂三國工場、由良テストステーション)、西独、デンマーク、仏、ギリシャ、伊、オランダが協力している、海洋中におけるコンクリートの強度に関する基礎研究で、本年度は先ず AC additive の有無と種類により鉄の重量減測定のため、「筏を使った浸漬実験」に対する協力であるが、重量物の浸漬管理、輸送等困難のことが多かったと思われる。協力に対し深謝された。AC additive は A、B 二種あり、共に 4% 使われた。アテネの大学で解析される。

4. 総 会

4.1 NATO 問題

NATO からの要請による協同研究は、その内容が不明のため否決した。議論甚だしく沸騰した。米、英沈黙、仏と伊、ギリシャ対立、オランダ、デンマーク静観等内容判らぬまま複雑な国際性を発露した。日本は幸いにして圏外であった。

4.2 U.S.Navy による Fouling & its Prevention (Woodhole, 1952)

以後 Fouling に関する文献の決定版がない。殊に Algae 関係の文献の充実が要求されている時 Fouling by Algae & its Prevention の決定版作成に U.S.Navy が尽力して載き度き旨、大多数の(小生も勿論)メンバーが一致して懇請したが代表の Mr. De Palma 氏はこれをはっきり断った。今回はいろいろ国際的にからみ合っている。

4.3 Dr. Mor 等から更に一ヶ所のテストステーション提供が要請された。各国これに賛同、小生も個人的には賛成したが、最終結論は保有した。内容の明示を事前に通知せらる様要望した。

4.4 メンバーシップフィーは 1977 年は F.F. 1,500 になることを可決した。

4.5 次期ミーティングの期日と場所

COIPM 15th 24~27.5.1977 Portsmouth, UK

COIPM 16th 1978 Mykonos, Grece

the 5th Congress 1980[※] Barcelona, Spain

※ 1984 には 6th Congress を Tokyo にての要望は決定的と思われる。スペインは経費の関係からか the Journal "Corrosion & Protection" が Organize することが承認された。

国際会議

運営委員としての若干の総務事項あり、またAC、AFとSection が分れており、充分聴講の機会を得なかったが、主としてAF関係出席と同業関係とのディスカッションに時間が費やされた。

1. The Edge of Discovery U.S.A De Palma

フィルムによる特別講演である。米国のFouling 研究の全陣容と研究内容の外觀の照会だが、ワシントン、ウッツホール エール大学、カルフォルニア大学、サンディエゴ スクリップ研究所等々の各著名人出演のもので、潜水艇使用の臨海実験を初め規模、内容の巨大なこと、著名人の多いこと、到底他国の追従を許さないプロジェクトチームである。委員会の席上Fouling by Algae文献作成の問題で拒絶されるのは残念である。但し、日本は接触の可能性は充分ある。非常にわれわれに対し常に友好だからである。

2. AF関係の主なもの

2.1 A Screening Method for Bio-Active Materials in AF Paints S. Jonnsen, Denmark.

文献の収集で、SR141のものもある。Toxicant 及びそのスクリーニング方法を示唆しているFouling Process として船側の流れと生物附着の関係を論じている。

2.2 The Leaching Mechanism of Some Organotin Toxicants from AF Paint de-La-Court Holland

TBTF, TPTFは $1\sim 2 \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{day}$

TPTCL, TBTCL, TBTOは $5 \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{day}$

以上がAFとしての有効必要量である。

2.3 Accelerated testing of underwater coating aystem in the U.S Maritime Admimstratiois Rotating drum paint test machine

Dr. Poretj U.S.A

Rotar(18ノット/hr)×12ヶ月
後テスト ×27ヶ月 } のコンビネーション・テスト法の説明

である。これにより長期AF性能を評価する。5年Lifeを目標とする。

2.4 The effects of underwater scrubbing on Ship Fouling Algae

Dr. B Moss England

Algaeは植物であり塗膜を破って根を下している。Scrubbing すると根は健全に残りかえって生長を促進する。即ち、Algaeは機械的には清掃不可能である。Dr. MossはAlgae の世界的な研究者である。

2.5 Blasting & Coating Combined System, Christensen, Denmark

建造時Painting として理想的だが費用が現行に比して1.5~2倍の由ヘンベル社員言う。

2.6 High Speed(Velocity)ice Particles for Cleaning Ship Hull

Sandwith, U.S.A

Non Toxic で今後注目に価する。

2.7 The effect of surface roughness on the frictional reducing property of a Hydrophillic Top Coat

Ferguson, England

デンマー発案のH.T.Cにつき英国では今盛んに検討している。R.O.S.C.Mの課題になっている程だが反対意見もある。

2.8 Hull Condition Penalties and Palliatives for Poor Performance
L. Townsin England

Bottom conditionの良否についてのShip ownerの関心を求めているもの。

3. 日本からの講演者

- (1) 日本鋼管Y. 清水氏による「Macro Cathodic Reaction Efficiency of Low Alloy Corrosion Resistant Steel in Sea water」
- (2) 三井造船、島谷委員「Standard of Surface Preparation prior to Painting」
- (3) 三菱重工、植田委員「Low Cycle Strain Effect to Corrosion of Ballast Tank」

以上三者の発表が出来たことは喜ばしき限りであった。また、小生は甚だ幸いにして、島谷、植田両委員のSectionにおけるChairmanたる榮譽を得た。

4. Cathodic protection は聴講しなかったが念のため題目、講演者下記の通り、甚だ盛んであった。

L. Lemoine M. Roche (France)

Protection cathodique temporaire de l'acier en eau de mer A des potentiels anormalement élevés

W. B. Mackay, L. R. Grace (Royaume-Uni)

Cathodic Protection of Pipeline Internals

J. H. Morgan (Royaume-Uni)

The Maintenance & Extension of Cathodic Protection of Deep Marine Structures

Th. Skulikidis (Grèce)

Une nouvelle méthode automatique de protection cathodique (à paratonnerre)

R. Baboian (Etats-Unis)

Performance of Platinum Anodes in Impressed Current Cathodic Protection

付記 会議中、ROSCM (BSRAの一部、英国船底塗料技術研究機構)やM&T社(有機錫防汚剤メーカー)の技術者と交流、6月25日ロンドン近郊Middle sexのTin Research Institute 訪問のための紹介状も貰った。彼等のTributhyl Tin系AFの必然性論議はU.S Navyの技術者と共に甚だ意欲的であったがデンマーク委員だけは日本の実情を理解してか、TPTF使用の線で止めていたのは印象的であった。彼等はすべてのAFは今の段階で毒性があることは致し方がない。有機錫系は海水中で自然分解して土壌に蓄積されないから環境汚染の心配はない。塗装者並にその周辺、メンテナンス時には保護具が必要であるが、目鏡、ゴム手袋、作業服着用と仕事後AF附着部分(人体の)の除去等はいずれも労働者として過重のものとは思われないというのが彼等の考え方である。簡単な様だが保護具を使用させるための努力を尽していることはさすがである。いつも毒性を強調しているTin Research Institute での文献はすべてブチル系有機錫防汚剤のものでTPTF等のものが見当たらないのが不思議な位だった。USAでのTBTO, TBTFの使用はEPAで公認されている事実を知った。

The Distribution of Marine Wood Borers along Japanese Coasts.

This investigation is the co-operative work between Japan Shipbuilding Research Association and Wood Research Institute of Kyoto University.

Kunio TSUNODA

Division of Wood Biology, Wood Research Institute,
Kyoto University, Gokasho, Uji, Kyoto, Japan

The summarized results of the initial three months of the investigation were shown at the last meeting in 1975. In this report, the existing species and the breeding season of marine wood borers at each test site are presented.

Experimental

A test panel (sapwood of Pinus densiflora, 5 x 2 cm in section and 20 cm in length) with a hole for rope penetration was used in the present investigation. Three test panels constituted a test string for obtaining the precise information on the monthly settlement of teredine larvae at given test sites. A test string consisting three test panels was submerged in the sea from the floating experimental raft or some other structures, as three test panels were between 30 and 100 cm below the surface of water.

The test string was replaced every month to examine monthly settlement of teredine larvae for a year from May, 1974 through April, 1975. After removal of test panels, surface debris, barancles and other fouling organisms were scraped off for counting the number of teredine apertures on both upper and lower surfaces under stereo-microscope.

Results

In this investigation seven molluscan wood borers were found: Teredo navalis, Teredo furcifera, Lyrodus pedicellatus, Bankia carinata, Bankia campanellata, Bankia johnsoni, and Bankia bipennata. Limnoria lignorum was identified as a crustacean wood borer.

The results at each test site are briefly mentioned below.
The test localities should be referred to a figure.

1. Hakodate

The investigation was made from May through August, 1974, No molluscan borer was found but only one limnorial wood borer, L. lignorum existed.

2. Onagawa

Very slight marine borer attack was observed for only two months (September and October). T. navalis and L. lignorum were identified.

3. Oppama

Teredine attack (T. navalis) began in June and ended in November. The extent of attack was very slight; the heaviest attack in August was 10 borer apertures per 100 cm². Slight limnorial attack by L. lignorum was observed for five months; May, June, September, October, and April. But heavy limnorial attack was found for sample collecting panel submerged from August 27 to October 30, 1974.

4. Aburatsubo

Teredine attack was observed from June through December, 1974. But no attack was found in August. Limnorial attack was observed from May through December, and also in March and April. T. navalis, B. campanellata and L. lignorum were identified. The extent of borers attack was generally very slight.

5. Shimizu

The experiment was made for only three months from May. No attack was found.

6. Kashikojima (Tatoku Island)

Teredine attack began in June and ended in November. The

extent was quite slight, fewer than 10 apertures per 100 cm². Very weak limnorial attack was observed in May, January and February. T. navalis, L. pedicellatus, B. carinata and L. lignorum were identified.

7. Aioi

Occurrence of teredine attack was observed for six months from July through December with a peak in July (40 apertures per 100 cm²). Very slight limnorial attack was observed for six months from May through November. T. navalis and L. lignorum were identified.

8. Uno

Theredine attack was observed from June and ended in December, 1974, though no test panel was received for three months (August, September and October). Very slight limnorial attack was observed in May, June, July and April. T. navalis, L. pedicellatus and L. lignorum were found.

9. Miyajima

Theredine attack began in June when water temperature went up to 20°C, and ended in October with a peak in September, about 100 apertures per 100 cm². No attack was observed in July. Very slight limnorial attack was observed in August, September, October, November, December and April. L. pedicellatus was the dominant species, and T. navalis and L. lignorum were additionally found.

10. Sakaide

Theredine attack began in June, and was still observed in January, though test panels were lost in September and February, and no test panel was submerged in October, November and December. The peak was over 1000 apertures per 100 cm² in August. Very slight limnorial attack was found in July and August. T. navalis

was by far the commonest. In addition, L. pedicellatus and L. lignorum were identified.

11. Koniya

Test panels were submerged for only two months (May and June). L. pedicellatus, B. johnsoni, B. bipennata and B. carinata were found. No limnorial attack was observed.

12. Nagasaki

Teredine attack was observed for six months from July with a peak in October (60 apertures per 100 cm²). Slight limnorial attack was found through the year. T. navalis, L. pedicellatus and L. lignorum were identified.

13. Shimonoseki

Very slight teredine attack was observed for five months from July through November. Very slight limnorial attack was observed through the year except December. T. navalis, L. pedicellatus and L. lignorum were identified. T. navalis was commoner than L. pedicellatus.

14. Maizuru

The investigation was made for five months from May. Teredine attack was observed through the period of the investigation. The heaviest attack was more than 2000 apertures per 100 cm² in July. No limnorial attack was observed. T. navalis and L. pedicellatus existed. The former was commoner.

15. Noto

Teredine borer apertures were found for nine months from June through February with a remarkable peak in September (660 apertures per 100 cm²). Very slight limnorial attack was

observed for ten months of the year except September and February. T. navalis, L. pedicellatus, T. furcifera and L. lignorum were found.

16. Sado

Slight teredine attack was observed for eight months from June through January. No limonrial attack was found. T. navalis and B. carinata were identified.

17. Naha

Slight teredine attack began in June and ended in December, though test panels were lost in January, March and April. Very slight limnorial attack occurred in June, August and December. T. furcifera, L. pedicellatus, B. bipennata and L. lignorum were identified.

STUDY ON THE TOXICITY OF TWO KINDS OF ANTIFOULANTS

OSAMU WADA, TETSU ONO AND MASARU NAGAHASHI

Department of Hygiene and Preventive Medicine
Faculty of Medicine, University of Tokyo

January 1976

Preface

Two Antifoulants and antifouling paints containing them were examined regarding an acute oral toxicity (for mice), an acute percutaneous toxicity (for mice, guinea pigs and rabbits) and a patch test (for men). These toxicity were compared with those of cuprous oxide on percutaneous toxicity test.

1. Chemicals and paints tested

1-1. Antifoulants

- A. 2,3,5,6, -Tetrachloro-4-(methylsulfonyl) pyridine
- B. Triphenyltinmethacrylate copolymer

1-2. Antifouling paints

- a-1. Vinyl type A/F containing A (20%).
- a-2. Chlorinated rubber type A/F containing A (20%)
- b-1. Triphenyltinmethacrylate copolymer paint
(organotin compound = 20%, calculated as TPhT-OH).
- c-1. Vinyl type A/F containing Cu_2O (50%).
- c-2. Chlorinated rubber type A/F containing Cu_2O (30%).

2. Methods

2-1. Acute oral toxicity (Antifoulant A. and B.)

Male mice of D-D strain weighing 19.5-23.0g (4-5 weeks age) were used.

A group of five mice was used for each dosis. A given chemical was homogeneously suspended in salad oil to desired concentrations, and administrated by oro-gastric tubing (0.2 ml/20g body weight). LD_{50} was calculated by counting dead animals after 48 hours.

2-2. Acute percutaneous toxicity (five paints)

(1) Mice

A group of ten mice was used for each paint. Five of them were used for observation of body weight change, and the remainder for pathological and histological examination.

Each paint was applied at the center of rear back of mice, each in a circle, about 2 cm in diameter, by brush, and bred as used. The weight of applied paint was approximately 0.4 g per mouse. On the 3rd day (acute stage) and the 18th day (curing stage) after application the paint film was removed with thinner, and the skin under it was sampled for pathological and histological examination.

(2) Guinea pigs and rabbits (pathological and histological examination)

A group of three adult male animals was used for each paint. Test method was similar to that of mice except next terms.

- . Hair was shave circular before applying paint.
- . Diameter of painting was 5 cm.
- . The paint weight used was 0.7 - 0.8 g per one animal.
- . Sampling was done on the 3rd day only.

2-3. Patch test

Subjects; Twenty five healthy adult of 20-38 years old (13 men and 12 women)

Method; A standard method using adhesive plasters for patch test was adopted. Each sample was suspended in vegetable oil (0.1%, W/W) and applied.

The plasters were removed 48 hours after they had been applied and judgement was made one hour after removal.

3. Results

3-1. Acute oral toxicity (LD₅₀)

LD₅₀ for each chemicals are shown in Table 3-1.

Table 3-1. LD₅₀ of mice for two antifoulants

Chemicals	LD ₅₀ (mg/kg) 58 hours
A. 2,3,5,6,-Terachloro-4-(methylsulfonyl) pyridine	770
B. Triphenyltinmethacrylate copolymer	> 2,000

3-2. Acute percutaneous toxicity

3-2-1. Changes of body weight and clinical observations of the treated mice. Body weight gains are illustrated in Fig. 3-2-1.

A temporary slight restraint of weight increase was observed in b-1 group from the next day of application, and in a-1 as well as c-1 group in the period from 7 to 12-13 days after treatment.

However, after several days the restraint disappeared in all cases, and the body weight on the 25th day, as shown in Fig. 3-2-1., showed normal increase in all groups. This suggests that the restraint was of apparent transition.

3-2-2. Pathological examinations of the treated skins.

Results on mice, guinea pigs and rabbits are summarized in Table 3-2-2 (1), (2), (3).

On gross observation, slight depilation and thickening of the treated skin were found in the acute stage (3rd day) in

some of the groups. In these groups various grade of proliferation and keratinization of epidermis as well as swelling of basal cells were observed histologically. However they were very slight except guinea pigs in a-1 group, which showed moderate changes.

Necrosis and desquamation were not observed in all cases.

Dermal abnormalities of a-1 and c-1 groups were not so severe as supposed from the restraint of body weight increase, and were rather similar to those of a-2 and c-2 groups.

The histological figures of epidermis of mice in a curing stage (18th day) showed little difference to that to normal untreated mice, with the exception of having swelling of basal cells which usually were found in healing stages as a defence reaction. (Refer to photograph)

3-3. Patch test

Results are shown in Table 3-2-3.

Slight reddening was found on two men out of all twenty-five subjects, and the remaining twenty-three showed negative results.

4. Comment

4-1. On acute oral toxicity

Antifoulant A. and B. showed larger LD_{50} as compared with other organic tin antifoulants which were tested previously. For antifoulant B. there was no dead animal even at the highest administration. If calculated on the assumption that mouse might die at the dosis twice as much as the highest dosis in this experiment, then its LD_{50} would become still larger.

4-2. Influence of the paints on the body weight increase of mice.

The restraint of weight increase in early stage disappeared in a relatively short period. It seemed that the intake of diet was suppressed by the applied paint, the weight of which had a relatively large proportion as compared with body weight on a mouse.

Influence of solvent should also be considered.

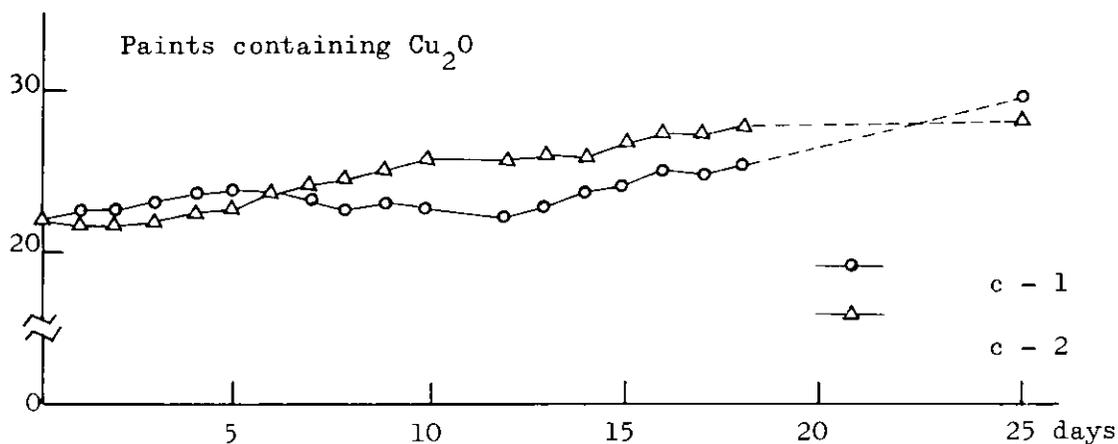
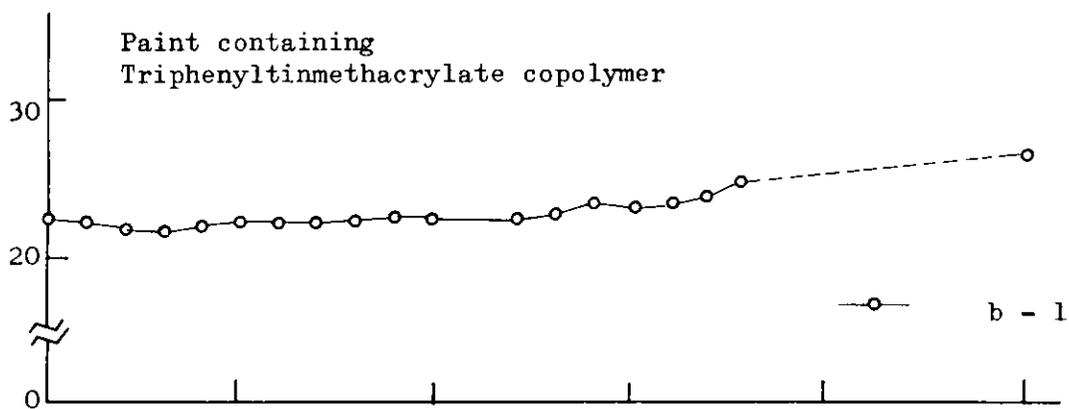
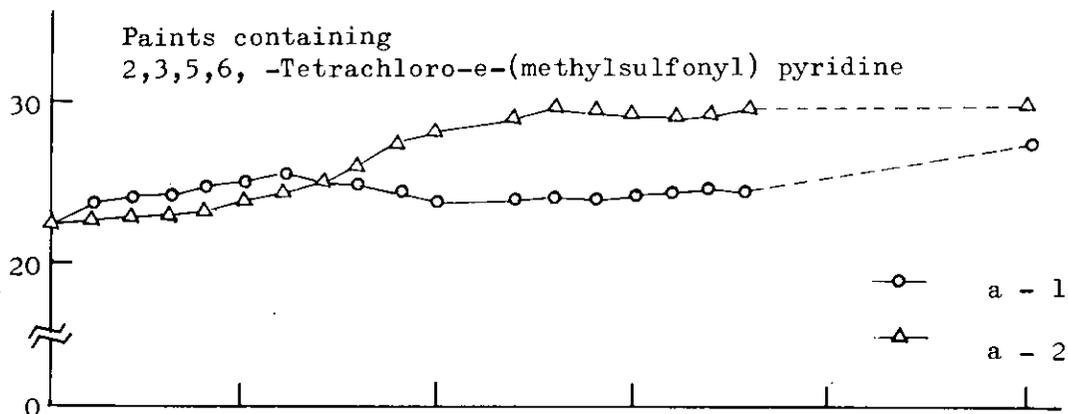
4-3. On the pathological findings

The proliferation of epidermis and the swelling of basal cells are to be considered as a natural reaction of animals against foreign matter. Inflammation (e.g. infiltration of leukocytes and edema) and intense lesion (e.g. necrosis and ulceration) were not observed.

4-4. On the patch test

Excepting one case, there was no allergic reaction in all 25 subjects. However, slight reddening was observed on two subjects for antifoulant A., whose qualities in producing skin reaction should be tested with much more subjects if necessary.

Fig. 3-2-1. Changes of body weight of mice after treatment



Each point represents a mean of five animals.

Table 3-2-2 (1). Pathological findings of the skin of mice treated with A/F paint

	Date	Applied A/F paints				
		a-1	a-2	b-1	c-1	c-2
Gross findings **						
Loss of hair	3rd day	-	-	-	-	-
	18th day	±	+	+	+	+
Thickening	3rd day	±	-	±	-	-
	18th day	-	-	±	-	-
Histological findings						
Proliferation and keratinization of epidermis	3rd day	-	+	-	+	±
	18th day	-	-	±	-	-
Swelling of basal cells	3rd day	-	+	-	+	±
	18th day	±	-	-	±	-~±
Edema	3rd day	-	-	-	-	-
	18th day	-	-	-	-	-
Infiltration of leukocytes	3rd day	-	-	-	-	-
	18th day	-	-	-	-	-
Necrosis	3rd day	-	-	-	-	-
	18th day	-	-	-	-	-
Desquamation of epidermis	3rd day	-	-	-	-	-
	18th day	-	-	-	-	-

-; no change, ±; minimum change, +; slight change.

++; moderate change, +++, strong change.

** a-1 and c-1 groups became somewhat inactive with or without slight paresis of hind legs in a week after treatment.

b-1 group showed an apparent depilation after ten days. However, all these symptoms disappeared until the end of the third week.

Table 3-2-2 (2). Pathological findings of the skin of guinea pigs treated with A/F paint

Gross findings	Date	Applied A/F paints				
		a-1	a-2	b 1	c-1	C-2
Loss of hair	3rd day	±	+	-	±	±
Thickening	"	±	+	-	-	-
Histological findings						
Proliferation and keratinization of epidermis	"	++	+	-	-	-
Swelling of basal cells	"	++	+	-	+	+
Edema	"	-	-	-	-	-
Infiltration of leukocytes	"	-	-	±	-	-
Necrosis	"	-	±	-	-	-
Desquamation of epidermis	"	-	±	-	-	-

Table 3-2-2 (3). Pathological findings of the skin of rabbits treated with A/F paint

Gross findings	Date	Applied A/F paints				
		a-1	a-2	b-1	c-1	c-2
Loss of hair	3rd day	±	±	-	-	-
Thickening	"	-	-	+	-	-
Histological findings						
Proliferation and keratinization of epidermis	"	+	+	-	+	-
Swelling of basal cells	"	-	±	-	+	+
Edema	"	-	-	-	-	-
Infiltration of leukocytes	"	-	-	-	-	-
Necrosis	"	-	-	-	-	-
Desquamation of epidermis	"	-	-	-	-	-

Table 3-2-3. Results of patch test of two antifoulants for men
(judged after 48 hours)

Subject	Sex	Age	Allergic history	Applied liquids		
				Linseed oil	Antifoulants A	Antifoulants B
1	M	40	-	-	-	-
2	M	38	-	-	-	-
3	M	38	-	-	-	-
4	M	36	-	-	±*	-
5	M	35	-	-	-	-
6	M	31	-	-	-	-
7	M	30	-	-	-	-
8	M	28	-	-	-	-
9	M	27	-	-	-	-
10	M	26	-	-	±**	-
11	M	26	-	-	-	-
12	M	22	-	-	-	-
13	M	22	-	-	-	-
14	F	38	-	-	-	-
15	F	30	-	-	-	-
16	F	30	-	-	-	-
17	F	27	-	-	-	-
18	F	27	-	-	-	-
19	F	26	-	-	-	-
20	F	22	-	-	-	-
21	F	22	-	-	-	-
22	F	22	-	-	-	-
23	F	21	-	-	-	-
24	F	21	-	-	-	-
25	F	20	-	-	-	-

- ; no reaction, ± ; slight reaction

* The reddening gradually expanded thereafter, and became an induration with a diameter of about 10 mm. after two weeks, which required five weeks to remedy completely.

** The reddening disappeared on the next day of diagnosis. It seemed to be non-allergic.

A Study of Frictional Resistance of Some Coated Surfaces in Water

In this study paints actually used for bottom part were used. Various kinds of paint film condition were made artificially and frictional resistance in water on each condition was measured with an aim to find out to what extent each factor affects frictional resistance.

1. Test Method

1-1. Apparatus for measuring frictional resistance in water

A sketch of the apparatus used in this study is shown in Fig. 1. The capacity of the water tank is 50ℓ and in which city water is poured up to the depth of 30cm. Test pieces are coated steel or aluminium discs of 20cm in diameter and 3mm in thickness. Each disc is put on revolutionary shaft followed by immersed at the depth of 10cm below water surface and revolved at a constant speed by motor. Resistance at the moment is given as Torque. The number of revolutions is continuously changeable up to 2,500 rpm, which corresponds to the perimeter velocity of about 26 m/sec (about 50 knot) at rim part and about 13 m/sec (about 25 knot) at center part.

1-2. Comparison of frictional resistance in water

Comparison of frictional resistance in water is made direct not with Torque measured by the apparatus (Fig. 1), but with value representing each test piece, namely, calculated coefficient of frictional resistance in water "Cf".

Torque of disc revolving in water is found theoretically from factors such as size of test piece and speed of revolution, and which is expressed by the following formula:

$$T = \frac{R^2 U^2 r}{2g} C_f (2R+5b) \quad \text{----- (1)}$$

T : Torque (kg . m)

R : Radius of disc (m)

b : Thickness of disc (m)

r : Density of water (kg/m³)

C_f: Coefficient of frictional resistance in water

g : 9.8 m/sec²

u : Perimeter velocity (m/sec)

When "p" is regarded as revolutions per minute,

$$U = 2 \pi R \times \frac{P}{60}$$

Therefore, the formula (1) is ;

$$T = \frac{R^2 r}{2g} C_f (2R+5b) \left(2 \pi R \times \frac{P}{60} \right)^2 \quad \text{----- (1)'}$$

Substituting each value in (1)' gives the following;

$$T = 1.20 \times 10^{-5} C_f P^2$$

From the real data the relation between torque and revolutions per minute is shown in Fig. 2. The inclination of line is 2 and T and P relate as below.

$$T \propto P^2 \quad \text{----- (2)}$$

The formula (2) accords with the theoretical formula admitted by authority.

Therefore, "C_f" is available for making comparison of measured value.

2. Results and Observations

2-1. Variation of frictional resistance due to type of paints

Paints generally used for vessels were used. Coefficient of frictional resistance in water of discs coated with various kinds of painting system was measured and the ratio of C_f to C_{fo} (C_f of standard disc) is shown on Table 1.

By coating of paints, frictional resistance in water was reduced by zero to twenty-odd percent, and the reduction rate differed according to paints. As the cause was considered to be due to the grade of surface roughness, roughness of each paint film surface was measured followed by being divided broadly into the following two groups.

- i) Paint film spotted with protuberances wide, low and smooth
- ii) Paint film spotted with smooth protuberances and also spotted with many small and sharp protuberances.

As for i) frictional resistance was all low and was reduced by ten to twenty-odd percent. As for ii), anti-corrosive paints of vinyl type and chlorinated rubber type contain aluminium powder and the frictional resistance had no reduction at all.

From the above, as for roughness grade of paint film, existing of protuberance with mild inclination gives little affection, but when there are many protuberances with sharp inclination, though low, frictional resistance is not reduced, rather increased.

2-2. Variation of frictional resistance due to painting

Commercial sandblasted steel disc which has roughness of about $20-30\mu$ was coated with paints and the frictional resistance was measured every coat.

- 1) W/P x 1 coat (10μ /coat in dry film-thickness)
- 2) W/P x 1 coat

A/C of vinyl type x 1 coat (20 μ /coat in dry film-thickness)

3) W/P x 1 coat

A/C x 2 coats

The result is as shown in Fig. 3.

The more the number of coats becomes, the more the frictional resistance is reduced. But the 1st coat, W/P, is much effective to reduce frictional resistance. And, reasonable value is considered not to be able to obtain without covering roughness of paint film surface enough. Therefore, general anti-corrosive paint of vinyl type is necessary to be coated on sandblasted surface with over three coats. But, highbuild type paint would be enough with only one coat.

2-3. Variation of frictional resistance due to attachment of marine growth

Anti-corrosive and anti-fouling paints for bottom part were used. As for anti-fouling paint, two kinds of paint were made on an experimental basis, one easily attached with barnacles only and the other easily attached with barnacles and hydroids.

Test pieces coated with above mentioned paints were immersed in the sea at Kobe Fukae on 20th July, 1968 and a change with the passage of time of frictional resistance was measured on 10th, 20th, 30th and 60th after immersion. And, so as to be attached with slimes only, test pieces were immersed in tank of Mitsui Tamano and in the sea.

The result is shown in Fig. 4.

As days of immersion become longer, frictional resistance increases. Test piece coated with anti-corrosive paint only shows little increase of frictional resistance after immersion for 30 days.

The above is considered to be due to the fact that barnacles attach uniformly and rough surface becomes nearly even around 30 days after immersion and thereafter, frictional resistance hardly increases.

On the other hand, test pieces coated with anti-fouling paint show straight increase in the attachment of marine growth and frictional resistance after immersion for 20 to 30 days. The cause is considered to be due to the fact that attachment of barnacles is severe in the sea at Kobe Fukae and, even through anti-fouling paint is applied, anti-fouling property is worn out 20 to 30 days after immersion. Test piece of disc coated with anti-fouling paint is attached with barnacles from brim part toward center part, therefore, even when attached with barnacles to the same extent as anti-corrosive paint, anti-fouling paint film is considered to make greater resistance than anti-corrosive paint film.

Increase of resistance due to slimes is extremely low compared with that due to attachment of marine growth such as barnacles, but about ten to twenty percent increase was admitted.

2-4. Variation of frictional resistance due to physical damage of paint film

a) Variation of frictional resistance due to peeling of paint film

Paint of epoxy type was applied and exposed for 10 days outdoors, and then anti-fouling paint of conventional type (formulated so as easily to cause peeling) was overcoated. After immersed in city water for 10 days, frictional resistance in water was measured under the condition of peeling off in about 20% area of exposed part and in about 10% area of back side of test piece. The result is as shown in Table 2.

Increase of resistance due to peeling is not so much, but the ratio of the increase is seemed to be in proportion to the peeled area.

b) Variation of resistance due to blister

Paint of epoxy type formulated easily to cause blisters was applied and immersed in city water. And using test pieces of being peeled to the grade of about 2M, 2MD and 4MD according to ASTM method, frictional resistance in water was measured. The size of blisters were also measured by Roughness Inspector. The result is as shown in Table 3.

Blisters little affect frictional resistance to the extent of a slight problem.

Smooth convex surface due to blister is considered to be no factor of increasing resistance.

3. Conclusion

In this study, the factors considered to affect frictional resistance in water were taken up and made artificially. The frictional resistance was measured by the revolutionary apparatus for measuring the frictional resistance with following results.

- (1) Compared with blasted surface, surface coated with paint was remarkably low in frictional resistance in water. Several coats were applied, but reduction of resistance was remarkably admitted after application of 1st coat.
- (2) Damages of paint film little affect frictional resistance in water. That is, peeling in about 20 to 40% area and blisters to the grade of about 4MD (according to ASTM method) are very small factors to frictional resistance.
- (3) Frictional resistance in water is remarkably increased by

attachment of marine growth, especially attachment of barnacles. And, compared with blisters, slimes less affects frictional resistance.

- (4) In putting the factors of creasing frictional resistance in water according to effectiveness.

Attachment of marine growth roughness of surface fouling
by slimes only peeling, blister.

This study aims to measure frictional resistance in water of revolutionary disc of test piece. Though the result would not be applicable direct to vessels, the factors concerning painting taken up herein would be able to be useful as a standard of the grade of affecting frictional resistance in water.

Fig. 1

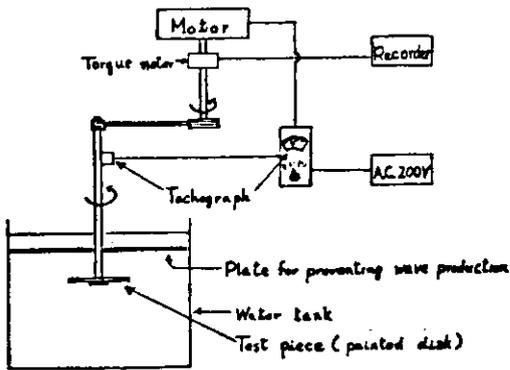


Fig. 1 Apparatus for measuring frictional resistance in water.

Fig. 2

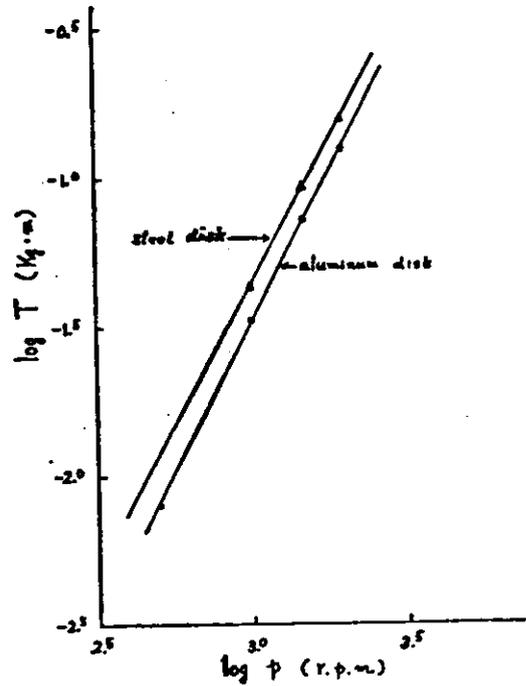


Fig. 2 Relation between torque and revolutions per minute of standard disk

Fig. 4

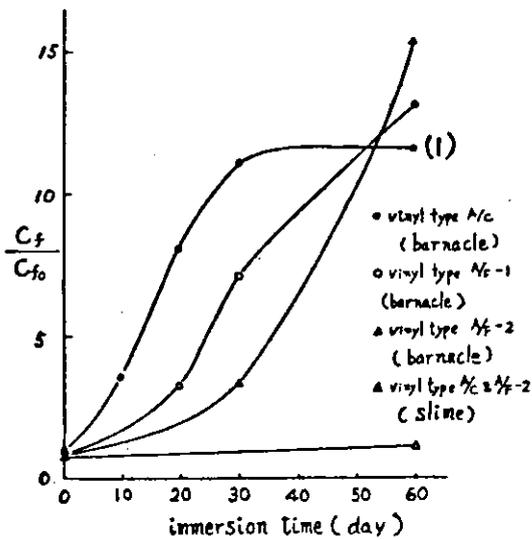


Fig. 4 Relation between immersion time and increase of frictional resistance due to marine growth adhesion.
(1) — — —

Note : Marine growth (g/disc) on vinyl A/C type. (Diameter of (weight) barnacles)

20 days - 240 g	1 - 2m/m ϕ
30 days - 310 g	2 - 3m/m ϕ
60 days - 500 g	3 - 6m/m ϕ

Fig. 3

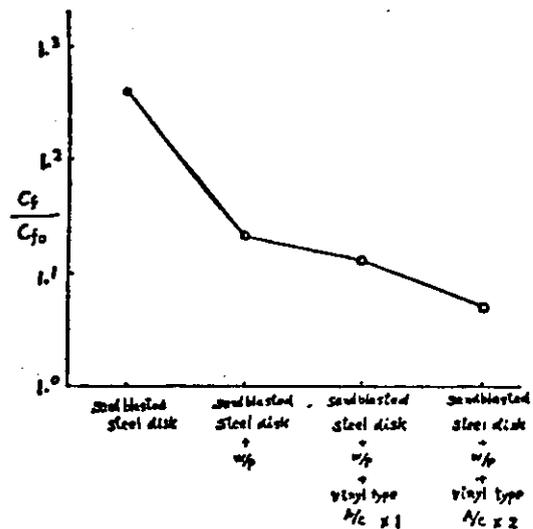
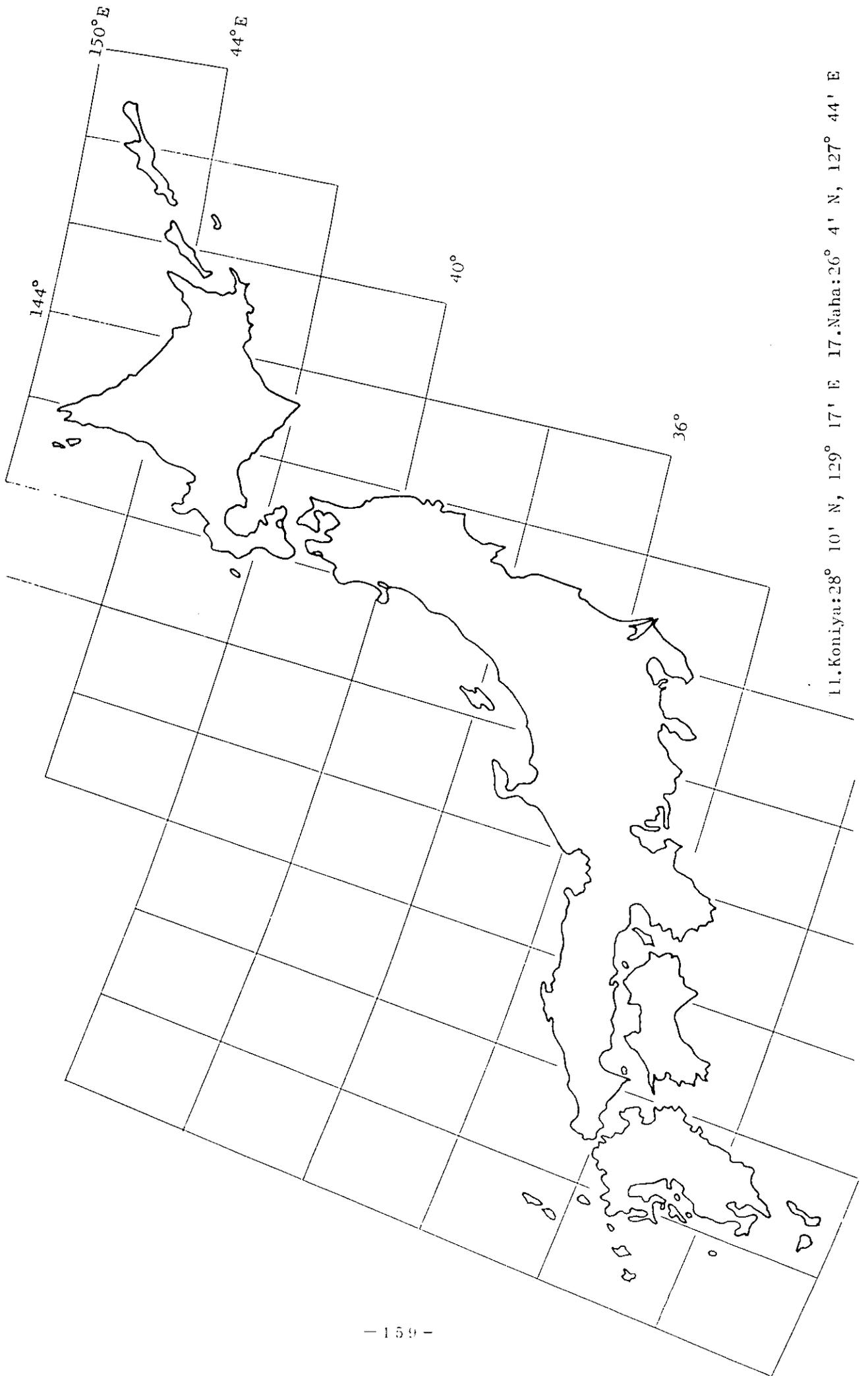


Fig. 3 Variation of frictional resistance due to painting on sandblasted steel disk



11. Koniya: 28° 10' N, 129° 17' E 17. Naha: 26° 4' N, 127° 44' E

Table 1

Table 1. Variation of frictional resistance of some marine paint films in water.

No.	Disk	Coating system	Drying time	C_f/C_{f_0}
1	Aluminum	W/P+oil type A/Cx3+oil type A/Fx2	7 days	0.79
48	"	W/P+oil type A/Cx3+oil type OPA/Fx2	"	0.73
3	"	W/P+oil type A/Cx3+B/Tx2	"	0.90
4	"	W/P+vinyl type A/Cx4+vinyl type A/Fx2	"	0.81
5	"	W/P+vinyl type A/Cx4	"	1.01
6	"	W/P+chlorinated rubber type A/Cx3	"	1.01
7	"	W/P+tar epoxyx2	"	0.74
8	"	W/P+mastic epoxyx2	"	0.88

W/P : wash primer paint

A/C : anticorrosion paint

A/F : antifouling paint

OPA/F : A/F containing organic poison

B/T : boot topping paint

C_{f_0} : C_f of standard disk

C_f : coefficient of frictional resistance in water

Table 2

Table 2. Variation of frictional resistance due to peeling.

No.	Disk	Coating system	Area of peeling	C_f/C_{f_0}
50	Aluminum	W/P+mastic epoxyx1+oil type A/Fx1	0%	0.78
50'	"	"	weathering side 20% the other side 10%	0.85
51	"	"	0%	0.90
51'	"	"	weathering side 10% the other side 5%	0.95

Table 3

Table 3. Variation of frictional resistance due to blister

No.	Disk	Coating system	Immersion time	Blister		C_f/C_{f_0}
				ASTM	Size	
39	Iron	W/P+mastic epoxy	-	-	-	0.88
39	"	"	8 months	2MD	3mm ϕ 100% height	0.92
40	Iron	W/P+epoxy	-	-	-	0.88
40	"	"	5 days	4MD	-	0.87
40	"	"	8 months	2D	5mm ϕ 100~150% height	0.92