

本調査研究はモーター ボート 競走 公益資金による
(財)日本船舶振興会の補助金を受けて実施したものである

研究資料 No. 399

第 209 研究部会

船底塗料の新規防汚剤に関する調査研究

成果報告書

平成 5 年 3 月

(社) 日本造船研究協会

はしがき

本報告書は、日本船舶振興会補助事業として、日本造船研究協会第209研究部会において平成2年度から4年度の3ヵ年計画で実施した『船底塗料の新規防汚剤に関する調査研究』の成果をとりまとめたものである。

第209研究部会委員会名簿

(敬称略、順不同)

部会長	平野敏行	(トキワ松学園女子短期大学)
部会長代理	長田修	(船舶技術研究所)
	濱田昭	(昭和大學)
代表幹事	二宮守之	(中國塗料)(前任)
	牟田口幸雄	(中國塗料)(後任)
幹事	内藤正一	(船舶技術研究所)
	山上和政	(石川島播磨重工業)
	鴨井紀重	(川崎重工業)(前任)
	岡本耕一	(川崎重工業)(後任)
	平井靖男	(日立造船)
	高月峰夫	(化学生品検査協会)
	樋山巖	(関西ペイント)
	吉川栄一	(中國塗料)
	横井準治	(日本ペイント)
	本田芳裕	(日本油脂)
委員	田端健二	(中央水産研究所)
	森田昌敏	(国立環境研究所)
	鈴木明彦	(三菱重工業)
	青木進	(日本海難防止協会)
	鈴木成男	(日本船主協会)(前任)
	村澤周平	(日本船主協会)(後任)
	大島卓雄	(日本郵船)(前任)
	田中康夫	(日本郵船)(後任)
	横尾雅俊	(大阪商船三井船舶)(前任)
	西川司	(大阪商船三井船舶)(後任)
	松浦昇	(川崎汽船)(前任)
	安田征夫	(川崎汽船)(後任)
	高屋鋪尚史	(出光タクシーカー)
	高橋一暢	(カナエ塗料)
	吉田国一	(神東塗料)(前任)
	川西征史	(神東塗料)(後任)
	横地忠五	(大日本塗料)
	種田新一	(東亜ペイント)
	井村博之	(中國塗料)(中途退任)

目 次

1. まえがき	1
2. 調査研究の概要	2
3. 新規候補防汚剤の選定	3
3.1 選定要領	3
3.2 候補防汚剤	3
4. 試験結果および評価	5
4.1 化審法対応試験等および防汚性能試験	5
4.2 溶出・分解性試験	16
4.2.1 溶出試験	16
4.2.2 分解性試験	16
4.3 環境分布濃度の検討	18
5. まとめ	20
6. あとがき	21

1. まえがき

船舶没水部の海洋生物付着が、船体摩擦抵抗増大の原因となり、運航スピードや燃費効率に悪影響を与えるため、古くから様々な付着防止策がとられ、中でも経済性、性能面などから防汚剤を含有する防汚塗料の塗装が多く採用されてきた。

この防汚塗料に使用される防汚剤として、かつては亜酸化銅がその主流であったが、その後十数年前に開発された有機錫化合物も、その優れた防汚性能から、広くかつ大量に使用されてきた。

有機錫化合物の採用に当たっては、日本造船研究協会 S R 141 部会において人体に対する有害性、安全性についての検討を行い、その結果に基づき、造船工業会の認定防汚剤になったものである。

しかし近年、環境問題が重視されるようになり、化学物質による環境影響、長期摂取の場合の人体への影響等に対する認識が高まってきた。有機錫化合物についても、海水中に溶出し、海洋生物への蓄積濃度が予想以上に高くなつたことが問題として取り上げられ、その使用に関し厳しい規制が必要になった。

その結果関係業界から、より安全な新規防汚剤開発の期待が高まり、造船および塗料業界では有機錫化合物に代わる新たな防汚剤や防汚システムの探索および開発に力を注いで来た。

この候補となった防汚剤は、すでに農薬、殺虫剤、殺菌剤として使用されているものが多く、安全性についても夫々を規制する法に則って明らかにされたものが殆どではあるが、防汚塗料の場合には特殊な環境や条件の下で使用されるため、その環境残留性や、塗装作業面など、別の角度からの安全性も十分に調査すべきである。

本調査研究の目的は、上述のような背景の中で有機錫化合物に代わり得る新規防汚剤を見出だすこと、および将来新たに防汚剤候補を査定するにあたっての、総合的な評価手法を検討することにある。候補防汚剤の安全性に関しては、化審法対応試験を主体に研究を実施し、それらの結果および収集データに基づいて評価を行った。

尚、研究を効率良く進めるため候補防汚剤の安全性評価にあたり、文献あるいは企業から提供のあった信頼性のあるデータを活用することとし、化審法対応試験はこのような既知のデータが得られていないものを優先させ実施した。

また、同時にその防汚性能についても試験を実施し、併せて今後の環境予測技術の発展に資するため、塗料からの防汚剤の溶出と海中での分解の挙動についての試験も行った。

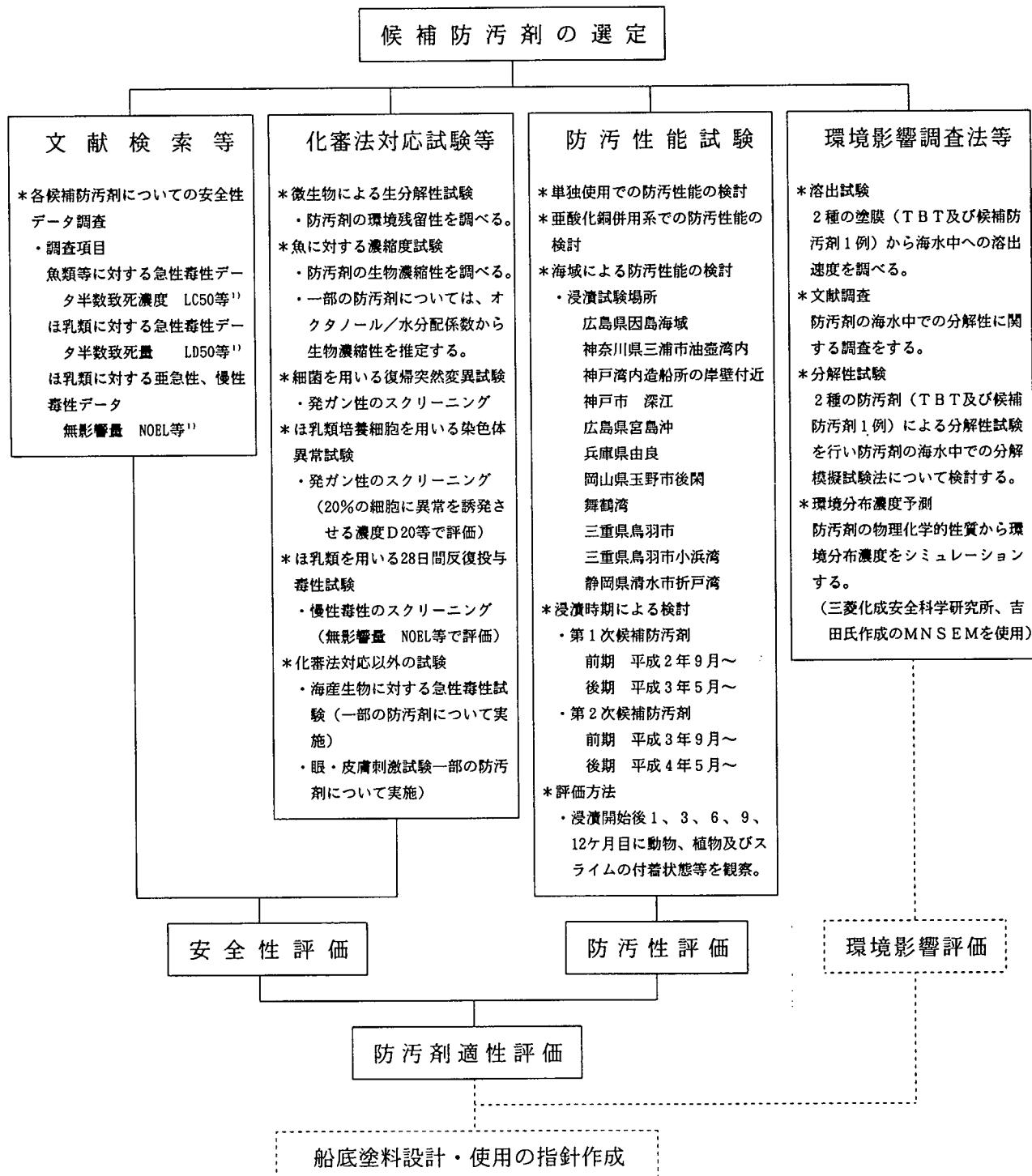
以下に平成 2 年度から 4 年度までの 3 年計画で実施した研究結果が示されている。

この様な研究は日本造船研究協会のような産官学の共同研究の場に最も相応しいものであると考える。

2. 調査研究の概要

選定された候補防汚剤について、文献検索、化審法対応試験等を行い、安全性評価を行うと共に、防汚性能試験を実施し、その評価を行った。

これらの評価を総合的に検討し、各候補防汚剤についての防汚剤適性評価を行っている。さらに、将来において船底塗料設計・使用の指針作成に必要な環境影響評価を行うための方法などについての研究も併せて行った。以下に、その概要を示している。なお、破線部分は将来の検討課題を示している。



1) 白須泰彦 吐山豊秋著 「毒物学概論」 朝倉書店 1982年出版

3. 新規候補防汚剤の選定

3.1 選定要領

本研究を行うに当たって、調査研究の対象とする新規候補防汚剤（以下候補防汚剤と言う）の選定については、一般公募も考えられたが、時間的制約の中で（社）日本塗料工業会船舶塗料部会に諮り加盟の塗料メーカー各社から候補防汚剤を募ることにした。これは塗料メーカーから応募された防汚剤であれば、すでに塗料化技術、防汚性能等について何等かの検討がなされていて、研究を効率よく進める事が出来ると考えたからである。

3.2 候補防汚剤

塗料メーカーより応募のあった防汚剤には、重複するものもあったが、整理後14種類となった。このうち2種類については、（社）日本造船工業会と（社）日本塗料工業会との間で結ばれた協定によって、既に使用が承認されたものであるが、この機会に改めて化審法に基づいて見直すべきであるとの意見もあり、調査研究の対象とすることにした。また、この14種類の防汚剤の選定後に、一部の塗料メーカーから引き続き新たな候補防汚剤の検討要望があり、第二次候補として追加募集することにした。

その結果、7種類の応募があり

先の14種類を第一次候補防汚剤

追加の7種類を第二次候補防汚剤

とし合計21種類の防汚剤を調査研究の対象とすることにした。

第一次候補防汚剤を表3.2.1、第二次候補を表3.2.2に示す。

表3.2.1 第一次候補防汚剤一覧表（その一）

No	防汚剤の名称	構造式	試料・資料提供元
1	マンガニーズエチレンビスジチオカーバメート		東京有機化学工業株式会社
2	ジンクジメチルジチオカーバメート (造工・日塗工協定防汚剤)		化成品工業協会
3	2-メチルチオ-4-t-ブチルアミノ-6-シクロプロピルアミノ-s-トリアジン		日本チバガイギー株式会社
4	2,4,5,6,テトラクロロイソフタロニトリル		サンノプロ株式会社
5	N,N-ジメチルジクロロフェニル尿素		保土谷化学工業株式会社 バイエルジャパン株式会社
6	ジンクエチレンビスジチオカーバメート		東京有機化学工業株式会社
7	ロダン銅	CuSCN	日本化学産業株式会社

表 3.2.1 第一次候補防汚剤一覧表（その二）

No	防汚剤の名称	構造式	試料・資料提供元
8	4,5-ジクロロ-2-nオクチル-3(2H)イソチアゾロン		ロームアンドハースジャパン株式会社
9	N-(フルオロジクロロメチルチオ) フタルイミド		バイエルジャパン株式会社
10	N,N'-ジメチル-N'-フェニル-(N-フルオロジクロロメチルチオ) スルファミド		バイエルジャパン株式会社
11	2-ピリジンチオール-1-オキシド亜鉛塩		大日本製薬株式会社 日本オーリン株式会社
12	テトラメチルチウラムジサルファイド (造工・日塗工協定防汚剤)		化成品工業協会
13	Cu-10%Ni固溶合金	—	大日本塗料株式会社
14	2,4,6-トリクロロフェニルマレイミド		イハラケミカル工業株式会社

表 3.2.2 第二次候補防汚剤一覧表

No	防汚剤の名称	構造式	試料・資料提供元
21	2,3,5,6-テトラクロロ-4-(メチルスルホニル) ピリジン		アイシーアイジャパン株式会社
22	3-ヨード-2-プロピニールブチルカーバメート		中外貿易株式会社
23	ジヨードメチルパラトリルスルホン		兔田化学工業株式会社
24	ビスジメチルジチオカルバモイルジングクエチレンビスジチオカーバメート		東京有機化学工業株式会社
25	フェニル(ビスピリジル)ビスマスジクロライド		日東化成株式会社
26	2-(4-チアゾリル)-ベンツイミダゾール		北興化学工業株式会社
27	ピリジン-トリフォニルボラン		北興化学工業株式会社

4. 試験結果および評価

4.1 化審法対応試験および防汚性能試験

今回選定された候補防汚剤は、化審法のもとでは生物に対して高濃縮かつ毒性があるとして第一種特定化学物質に指定されているビストリブチル錫オキシドに比較して、いずれも生物濃縮性は低いことが推定される。従って、いずれの候補防汚剤も、化審法において第一種特定化学物質として、その製造および使用を厳しく制限されることはないと考えられる。

しかし、各候補防汚剤に関する安全性のデータについて、現在まで十分には検討・評価が成されていなかった。

そこで、本研究部会では、各候補防汚剤について、微生物分解性データ、生物濃縮性データ、および魚類等への毒性データから環境生態への影響を、そして、発ガン性スクリーニング試験（復帰変異性、染色体異常誘発性）結果、哺乳動物に対する毒性試験結果、刺激性試験結果および発ガン性に関する情報から人の健康、特に作業者に対する影響を評価した。

さらに、各候補防汚剤について浸漬試験を実施し、その結果から、それらの防汚性能についての評価を行った。

両評価結果を総合的に検討し、各候補防汚剤に対する本研究部会としての防汚剤適性評価を行った。

候補物質 N. 1 マンガニーズエチレンビスジオカーバメイト		環境 生態 影響					
物化性状	外観 黄色結晶	融点・沸点 熱により分解	オクタノール／水 分配係数 LogPow 1.17 *1	生物濃縮性 水に10mg/l以下*			魚類等への毒性 コイ 1.8mg/l(48h,LC50) *1
				微生物分解性 変化物残留	生物濃縮性 低濃縮性	魚類等への毒性 コイ 1.8mg/l(48h,LC50) *1	
安全性評価		人の健康への影響					
全 性				染色体異常性 復帰変異性	誘発性 発癌性	哺乳動物毒性 急性毒性・ラット 6750 mg/kg *1	刺 激 性 不明
候補物質	候補物質	候補物質	候補物質	候補物質	候補物質	候補物質	候補物質
防汚性能	防汚性能	防汚性能	防汚性能	防汚性能	防汚性能	防汚性能	防汚性能
候補物質	候補物質	候補物質	候補物質	候補物質	候補物質	候補物質	候補物質
防汚剤適性評価		発ガン性の無いが、現時点での使用は不適当と考えられる。					
候補物質	候補物質	候補物質	候補物質	候補物質	候補物質	候補物質	候補物質
備考		*1 メーカー提出資料					

候補物質	No. 2 シンクジメチルジチオカーバメイト														
物化性状	外観 白色粉末 ■.p 240°C	融点・沸点 オクタノール/水 不 明	溶解性 分 配 系 数 不 明												
人 の 健 康 へ の 影 韻	生物濃縮性 低濃縮	魚類等への毒性 ヒメダカ 0.5-1.0mg/l (48h, LC50) *1 コイ 0.075 mg/l (48h, LC50) *1	生物濃縮性 魚類等への毒性 不 明												
防汚性能	動物や植物に対して浸漬初期の防汚効果は認められるが、経時とともに効果は低下する。 スライムには効果なし。	染色体異常 誘発性 陽性 *1 D20 2.4 mg/m ³	哺乳動物毒性 急性毒性・ラット 1400 mg/kg *1	刺 激 性 眼 : 有り *1 皮膚 : 有り *1	発ガン性 不明										
防汚剤適合性	使用条件により、防汚効果が認められる。 水中で変化するため、本剤自体の残留性は無いが、変化物は環境中に残留することが予想されると共に、変化物は水系生態に影響を及ぼすことが考えられるため、塗料中の含有量を低くしたり、溶出量を少なくするなど、塗料設計に十分な配慮が必要である。 溶出量を少なくてする急毒性は低いものの、発ガン性スクリーニング試験結果は陽性であると共に、哺乳動物に対する刺激性があることから、作業者に対しては保護マスク・保護メガネの着用を促す必要がある。 今後、発ガン性試験などより高次の試験が実施しておくる必要がある。	水中で変化するため、本剤自体の残留性は無いが、変化物は環境中に残留することが予想されると共に、変化物は水系生態に影響を及ぼすことが考えられるため、塗料中の含有量を低くしたり、溶出量を少なくする急毒性は低いものの、発ガン性スクリーニング試験結果が陽性であると共に、慢性毒性が予想される。さらに、僅かで眼や皮膚への刺激性があることから、作業者に対しては保護マスク・保護メガネの着用を促す必要がある。	水中で変化するため、本剤自体の残留性は無いが、変化物は環境中に残留することが予想されると共に、変化物は水系生態に影響を及ぼすことが考えられるため、塗料中の含有量を低くしたり、溶出量を少なくする急毒性は低いものの、発ガン性スクリーニング試験結果が陽性であると共に、慢性毒性が予想される。さらに、僅かで眼や皮膚への刺激性があることから、作業者に対しては保護マスク・保護メガネの着用を促す必要がある。												

候補物質	No. 3 2-メチルチオ-4-t-ブチルアミノ-6-シクロプロピルアミノ-S-トリアジン													
物化性状	外観 白色粉末 ■.p 130-133°C	融点・沸点 オクタノール/水 不 明	溶解性 分 配 系 数 不 明											
環境生物学的性状	微生物分解性 全 性	生物濃縮性 難分解 *1	オクタノール/水 LogPow 3.9 *1	外 観 黄色粉末	触点・沸点 ■.p 130-133°C	分 配 系 数 水 : 7mg/l アセトン : 13.9% オクタノール : 5.0% キレン : 5.2% クロロホルム : 23.8% *1	外 観 ■.p 130-133°C	分 配 系 数 水 : 7mg/l アセトン : 13.9% オクタノール : 6.9%	外 観 ■.p 130-133°C	分 配 系 数 水 : 7mg/l アセトン : 13.9% オクタノール : 6.9%	溶 解 性 水 : 7mg/l アセトン : 13.9% オクタノール : 6.9%			
環境生態影響評価	生物分解性 全 性	生物濃縮性 B C F 62 *1	魚類等への毒性 カキ幼生 3.2mg/l (48h, EC50) *1 ヒメダカ 3.1mg/l (48h, LC50) *1 エビ 0.40mg/l (96h, LC50) *1 藻成長阻害 0.0014mg/l (72h, EC50) *1	微生物分解性 全 性	生物濃縮性 B C F 62 *1	魚類等への毒性 カキ幼生 3.2mg/l (48h, EC50) *1 ヒメダカ 3.1mg/l (48h, LC50) *1 エビ 0.40mg/l (96h, LC50) *1 藻成長阻害 0.0014mg/l (72h, EC50) *1	微生物分解性 全 性	生物濃縮性 B C F 62 *1	魚類等への毒性 カキ幼生 3.2mg/l (48h, EC50) *1 ヒメダカ 3.1mg/l (48h, LC50) *1 エビ 0.40mg/l (96h, LC50) *1 藻成長阻害 0.0014mg/l (72h, EC50) *1	微生物分解性 全 性	生物濃縮性 B C F 62 *1	魚類等への毒性 カキ幼生 3.2mg/l (48h, EC50) *1 ヒメダカ 3.1mg/l (48h, LC50) *1 エビ 0.40mg/l (96h, LC50) *1 藻成長阻害 0.0014mg/l (72h, EC50) *1		
人 の 健 康 へ の 影 韻	復帰異性 陽性 *1 D20 2.4 mg/m ³	染色体異常 誘発性 陽性	哺乳動物毒性 急性毒性・ラット 1400 mg/kg *1	刺 激 性 眼 : 有り *1 皮膚 : 有り *1	発ガン性 不明	復帰異性 陰性 *1 D20 60 mg/m ³	染色体異常 誘発性 陽性	哺乳動物毒性 急性毒性・ラット NOEL 8mg/kg/day *1	刺 激 性 眼 : 僅か *1 皮膚 : 僅か *1	発ガン性 不明	復帰異性 陰性 *1 D20 60 mg/m ³	染色体異常 誘発性 陽性	哺乳動物毒性 急性毒性・ラット NOEL 8mg/kg/day *1	刺 激 性 眼 : 僅か *1 皮膚 : 僅か *1
防汚性評価	動物や植物に対して浸漬初期の防汚効果は認められるが、経時とともに効果は低下する。 スライムには効果なし。	防汚効果が認められる。	防汚効果が認められる。	防汚効果が認められる。	防汚効果が認められる。	防汚効果が認められる。	防汚効果が認められる。	防汚効果が認められる。	防汚効果が認められる。	防汚効果が認められる。	防汚効果が認められる。	防汚効果が認められる。	防汚効果が認められる。	
通達性評価	候補物質	候補物質	候補物質	候補物質	候補物質	候補物質	候補物質	候補物質	候補物質	候補物質	候補物質	候補物質	候補物質	
備考	候補物質	候補物質	候補物質	候補物質	候補物質	候補物質	候補物質	候補物質	候補物質	候補物質	候補物質	候補物質	候補物質	

候補物質	No. 4	2,4,5,6-テトラクロロイソフタロニトリル
物化性状	白色～淡灰色粉末	外観 m.p. 250°C b.p. 350°C
生物学的分解性	難分解	生物濃縮性 低濃縮 マダイ (全長約 4cm) クルマエビ (体長約 3.5cm) マガキ (殻高約 5mm)
安全性評価	陰性*	魚類等への毒性 96時間LC50 マダイ (全長約 4cm) 0.0378 mg/l クルマエビ (体長約 3.5cm) 0.274 mg/l マガキ (殻高約 5mm) 0.646 mg/l
防汚性能	使用条件により、防汚効果が認められる。 環境中に残留する可能性が高いとともに、海産生物に対して強い毒性を示すため、塗料中の含有量を低くしたり、溶出量を出来るだけ少なくするなど塗料設計に十分な配慮が必要である。 発ガン性の疑いは殆ど無いと考えられるが、哺乳動物に対する毒性が高いことと、眼に対する刺激性が強い事から、作業者に対しては、保護マスク、保護メガネの着用を義務づける必要がある。 また、環境残留性が高いことが予想されるとともに、海産生物及び哺乳動物に対する毒性が強いことから、大量に使用された場合、環境を経由して、人の健康に対しても悪影響を及ぼす可能性があり、その使用量を制限する必要がある。	動物に対して浸漬初期の防汚効果は認められない。 植物に対してはほとんど効果はないが、植物には浸漬初期の防汚効果は認められた。

候補物質		No. 5 N,N-ジメチルジクロロフェニル尿素					
物化性状	白色～淡灰色粉末	融点・沸点 m.p. 250°C b.p. 350°C	分 配 系 LogPow 2.89 *	水にはほとんど不溶	溶 解 性 オクタノール／水 水: 0.038g/l	溶 解 性 オクタノール／水 水: 0.038g/l	
生物学的分解性	難分解	m.p.158-159°C	白色結晶	融点・沸点 m.p.158-159°C	白色結晶	配 係 数 アセトン: 53.0g/l ベンゼン: 1.2g/l	配 係 数 アセトン: 53.0g/l ベンゼン: 1.2g/l
安全性評価	全 性 能	96時間LC50 ヒメダカ 3.5mg/l (48h LC50) * コイ 3.2mg/l (48h LC50) *	環境 微生物分解性 難分解	低濃縮	環境 微生物分解性 全 性 能	生 慢 影 響 魚類等への毒性 ヒメダカ 3.5mg/l (48h LC50) * コイ 3.2mg/l (48h LC50) *	影 響 魚類等への毒性 ヒメダカ 3.5mg/l (48h LC50) * コイ 3.2mg/l (48h LC50) *
防汚性評価	防 汚 性 能	動物にはほとんど効果はないが、植物には浸漬初期の防汚効果は認められた。 スライムに対しては少し効果がある。	人 の 健 康 へ の 影 響 復帰変異性 陰 性 *	染色体異常 誘 発 性	染色体異常 誘 発 性	哺 乳 動 物 毒 性 急 性 (LD50) ラット 4150mg/kg *	刺 激 性 皮膚：なし *
適 合 性 評 価	適 合 性 評 価	動物に対する安全性試験及び発ガン性試験等、より高次の試験を行いう必要がある。	人 の 健 康 へ の 影 響 復帰変異性 陰 性 *	染色体異常 誘 発 性	染色体異常 誘 発 性	刺 激 性 眼：なし *	刺 激 性 皮膚：なし *
防 汚 性 評 価	防 污 性 評 価	生物への濃縮性は低いものの、環境中へ残留することが予想される。 発ガン性クリーニング試験結果は陰性であると共に、哺乳動物に対する毒性も高くはない。また、眼や皮膚への刺激性もなく、作業者に対してそれは程嚴重な注意は必要無いである。 使用量を制限すると共に、海産生物に対する安全性試験及び発ガン性試験等、より高次の試験を行う必要がある。	防 汚 性 評 価	防 汚 性 評 価	防 汚 性 評 価	防 汚 性 評 価	防 汚 性 評 価
備 考	備 考	* SR 209にて実施 *1 メーカー提出資料	備 考	備 考	備 考	備 考	備 考

候補物質		No. 6 ジンクエチレンビスジチオカーバメイト		No. 7 ロダン銅		
物化性状	粉末	外観 融点・沸点 分 配 系 數	オクタノール／水 水：10mg/l以下 LogPow 0.982	溶 解 性		
安 全 性	微生物分解性 変化物残留	環境 生物濃縮性 低濃縮	生態 魚類等への毒性 コイ 40mg/l以上 (48h LC50) *1	溶 解 性		
評 値	人 の 健 康 へ の 影 韻	人 の 健 康 へ の 影 韻	人 の 健 康 へ の 影 韵	人 の 健 康 へ の 影 韵	人 の 健 康 へ の 影 韵	
防 汚 性 能	動物に対してはかなり長期にわたり防汚効果が認められた。 植物に対してはほとんど効果は認められない。	動物に対しては効果はない。 植物に対しては効果はない。	動物や植物に対しては効果はない。 スライムに対しては効果はない。	動物や植物に対しては効果はない。 スライムに対しては効果はない。	動物や植物に対しては効果はない。 スライムに対しては効果はない。	
防 汚 剂 通 性 評 値	防 污 剂 通 性 評 値	防 污 剂 通 性 評 値	防 污 剂 通 性 評 値	防 污 剂 通 性 評 値	防 污 剂 通 性 評 値	
候補	SR 209にて実施 *1 メーカー提出資料		SR 209にて実施 *1 メーカー提出資料		SR 209にて実施 *1 メーカー提出資料	

候補 No. 8	4-5-ジクロロ-2-ヒドロキル-3(2H)-イソチアゾリン	
物質化性状	外観 淡褐色固体 n.p. 約40°C	融点・沸点 オクタノール／水 分 配 系 数 $\log P_{ow} 4.5^{*1}$
安全性評価	微生物分解性 難分解 400-1200 ^{*1}	生物濃縮性 B C F ヒメダカ 0.028mg/l (48h LC50) *1
防汚性能	動物に対する効果は認められるが、経時とともに効果は低下する。 植物に対して効果が認められた。	
防汚剤通性評価	使用条件により防汚効果が認められる。 現在、化審法で慢性毒性の疑いがあるとして指定化學物質に指定されている。 眼や皮膚に対する刺激性があることから、作業者に対しては、保護マスク・保護メガネの着用を義務づける必要がある。 使用量を制限すると共に、慢性毒性試験や海産生物に対する毒性試験を実施する必要がある。	

候補 No. 9		N-(フルオロクロロメチルチオ) フタルイミド					
物質化性状	溶 解 性 水: 不溶 メタノール: 1.0%以上 n-ヘキサン: 1.0%以上						溶 解 性 水: 1mg/l
物質化性状	外観 白色固体	融点・沸点 n.p. 約145°C	オクタノール／水 分 配 系 数 メタノール: 1. 2%	オクタノール／水 分 配 系 数 アセトン: 1.2%	メタノール: 1. 2%	メタノール: 1. 2%	
安全性評価	微生物分解性 全 分解性 性	環境 生 態 魚類等への毒性 魚類濃縮性 B C F 400-1200 ^{*1}	環境 低濃縮 (推定)	生物濃縮性 魚類等への毒性 魚類 ヒメダカ 0.028mg/l (48h LC50) *1	生物濃縮性 魚類等への毒性 魚類 ウツギ 2mg/l (48h LC50) *1	生物濃縮性 魚類等への毒性 魚類 ウツギ 2mg/l (48h LC50) *1	影 響 體 質
人 の 健 康 へ の 影 響	人 の 健 康 へ の 影 響	人 の 健 康 へ の 影 響	人 の 健 康 へ の 影 響	人 の 健 康 へ の 影 響	人 の 健 康 へ の 影 響	人 の 健 康 へ の 影 響	人 の 健 康 へ の 影 響
評価	染色体異常性 陰性 ^{*1}	誘発性 陰性 ^{*1}	哺乳動物毒性 反復(28day) ラット NOEL 20mg/kg/day ^{*1}	刺 激 性 眼 : 有り ^{*1} 皮膚 : 有り ^{*1}	発ガン性 眼 : 有り ^{*1} 皮膚 : 有り ^{*1}	発ガン性 眼 : 有り ^{*1} 皮膚 : 有り ^{*1}	発ガン性 眼 : 有り ^{*1} 皮膚 : 有り ^{*1}
防汚性能	動物や植物に対してかなり防汚効果が認められた。スライムに対しても初期の効果があった。						
防汚剤通性評価	使用条件により防汚効果が認められる。 現在、化審法で慢性毒性の疑いがあるとして指定化學物質に指定されている。 眼や皮膚に対する刺激性があることから、作業者に対しては、保護マスク・保護メガネの着用を義務づける必要がある。						
備考	** SR 209にて実施 *1 メーカー提出資料						備考

候補物質	No. 10 N,N-ジメチル-N'-フェニル-(N-フルオロクロロジメチルチオスルファミド	人 の 健 康 へ の 影 韵	評価	防汚性能
物化性状	外観 白色固体 ■.p 105 °C	融点・沸点 オクタノール／水 水 : 2mg/l アセトン : 30 % クロロホルム : 31. 5 %	生物学異常性 生物濃縮性 低濃縮 (推定)	動物に対してかなり防汚効果が認められ、植物に対しては長期の効果があつた。スライムに対し 防汚性には効果なし。
安全性	微生物分解性 変化物残留	環境 生物濃縮性 魚類等への毒性 コイ 0.25mg/l (LC50)*1 ミシンコ 0.42mg/l (48h, LC50)*1	人 の 健 康 へ の 影 韵	防 汚 性 能
候補物質	No. 11 2-ビジンチオール-1-オキシド亜鉛塩	人 の 健 康 へ の 影 韵	評価	防 汚 性 能

候補物質	No. 11 2-ビジンチオール-1-オキシド亜鉛塩	外 観	融点・沸点 オクタノール／水 水 : 6 mg/l *1 海水 4 mg/l *1	溶解性
物化性状	外観 灰白色固体 ■.p 240 °C (分解)	化 性 状 式	融点 240 °C LogPow 0.90 *1	分 配 系 数
安全性	微生物分解性 微生物残留	環境 生物濃縮性 魚類等への毒性 コイ 0.25mg/l (LC50)*1 ミシンコ 0.42mg/l (48h, LC50)*1	環 境 生 慣 影 韵	微生物分解性 魚類等への毒性 ナマズ 0.016mg/ (96h, LC50) *1
候補物質	外観 灰白色固体 ■.p 105 °C 不明	化 性 状 式	融点 240 °C LogPow 0.90 *1	分 配 系 数
候補物質	No. 12 SR 209	外 観	融点 240 °C LogPow 0.90 *1	溶解性

候補 No. 12 テトラメチルチラムジカルファイド					
Cu - 10%Ni 固溶合金					
候補 物質	No. 13				
物化性状	外観 白色粉末 m.p >140°C	融点・沸点 分配係数 不 明	オクタノール／水 水：難溶解 メタノール：僅かに溶解 クロロホルム：易溶	溶解性 水：難溶解	
安全性評価	環境 微生物分解性 残留 (推定)	生物濃縮性 低濃縮 (推定)	魚類等への毒性 コイ 4.0mg / (48h.LC50) *1	環境 微生物分解性 生物濃縮性 低濃縮	オクタノール／水 水 : 3.0×10^{-5} mol/l
安全性評価	人への健康への影響 微生物異常性 陽性 *1	染色体異常性 不 明	魚類等への毒性 急性(LD50)ウサギ 210 mg/kg *1	人への健康への影響 微生物異常性 陰性 *1	魚類等への毒性 魚類 魚類への濃縮性は低いが、環境中に残留することが予想される。現在のところ、貝類に対する影響は不明である。
防汚性能	動物や植物に対してかなり防汚効果が認められた。スライムに対しても初期の効果があった。			防汚性能	動物や植物に対して長期にわたり顯著な防汚効果が認められた。 スライムに対しても初期の効果があった。
防汚性能	使用条件により防汚効果が認められる。			防汚性能	顯著な防汚効果が認められる。 魚類への濃縮性は低いが、環境中に残留することが予想される。現在のところ、貝類に対する影響は不明である。
防汚性能	生物への濃縮性は低いものの、環境への残留性が予想される。 発がん性スクリーニング試験結果が陽性であると共に、哺乳動物に対する毒性和比較的高いことから、作業者に対しては保護マスク・保護メガネの着用を義務付ける必要がある。 使用量を制限すると共に、今後、発がん性試験などより高次の試験を実施する必要がある。			防汚性能	生物への濃縮性は低いが、環境中に残留することが予想される。現在のところ、貝類に対する影響は不明である。
備考	*1 メーカー提出資料			備考	*1 メーカー提出資料

候補 物質	No. 13	Cu - 10%Ni 固溶合金			
物化性状	外観 白色粉末 m.p >140°C	融点・沸点 分配係数 不 明	オクタノール／水 水：難溶解 メタノール：僅かに溶解 クロロホルム：易溶	溶解性 水：難溶解	
安全性評価	環境 微生物分解性 残留 (推定)	生物濃縮性 低濃縮	魚類等への毒性 コイ 0.8mg / (96h.LC50) *1 Ni 10.6mg / (96h.LC50) *1	環境 微生物分解性 生物濃縮性 低濃縮	オクタノール／水 水 : 3.0×10^{-5} mol/l
安全性評価	人への健康への影響 微生物異常性 陽性 *1	染色体異常性 誘発性 不 明	魚類等への毒性 急性(LD50)ラット 不明	人への健康への影響 微生物異常性 陰性 *1	魚類等への毒性 魚類 魚類への濃縮性は低いが、環境中に残留することが予想される。現在のところ、貝類に対する影響は不明である。
防汚性能	動物や植物に対して長期にわたり顯著な防汚効果が認められた。 スライムに対しても初期の効果があった。			防汚性能	動物や植物に対して長期にわたり顯著な防汚効果が認められた。 スライムに対しても初期の効果があった。
防汚性能	動物や植物に対してかなり防汚効果が認められた。スライムに対しても初期の効果があった。			防汚性能	動物や植物に対して長期にわたり顯著な防汚効果が認められた。 スライムに対しても初期の効果があった。
備考	*1 メーカー提出資料			備考	*1 メーカー提出資料

候 物質	No. 14	2,4,6-トリクロロフェニルマレミド								No. 21	2,3,5,6-テトラクロロ-4-(メチルスルホニル) ピリジン														
		外 觀	融点・沸点	オクタノール／水 分 配 系 數	溶解性	物 化 性	外 觀	融点・沸点	オクタノール／水 分 配 系 數	溶解性	外 觀	融点・沸点	オクタノール／水 分 配 系 數	溶解性											
白色～淡黄色 粉末	■.p 130-131.5 ℃	LogPow 1.5 (加水分解物)	メタノール：34 g／1 ベンゼン：290 g／1	■.p 132 ℃	LogPow 2.02 *1	物 化 性	外 觀	融点・沸点	オクタノール／水 分 配 系 數	溶解性	物 化 性	外 觀	融点・沸点	オクタノール／水 分 配 系 數	溶解性	物 化 性	外 觀	融点・沸点	オクタノール／水 分 配 系 數	溶解性					
微生物分解性 加水分解 変化物残留	B C F 3.5 以下*1 (変化物)	魚類等への毒性 ヒメダカ 49mg/l (48h, LC50)*1	微生物分解性 生物濃縮性 環境 生態 影響																						
安全性	安全性 微生物分解性 加水分解 変化物残留	3.5 以下*1 (変化物)	魚類等への毒性 ヒメダカ 49mg/l (48h, LC50)*1	微生物分解性 生物濃縮性 環境 生態 影響																					
評価	人 の 健 康 へ の 影 響	人 の 健 康 へ の 影 響	人 の 健 康 へ の 影 響	人 の 健 康 へ の 影 響	人 の 健 康 へ の 影 響	人 の 健 康 へ の 影 響	人 の 健 康 へ の 影 響	人 の 健 康 へ の 影 響	人 の 健 康 へ の 影 響	人 の 健 康 へ の 影 響	人 の 健 康 へ の 影 響	人 の 健 康 へ の 影 響	人 の 健 康 へ の 影 響	人 の 健 康 へ の 影 響	人 の 健 康 へ の 影 響	人 の 健 康 へ の 影 響	人 の 健 康 へ の 影 響	人 の 健 康 へ の 影 響	人 の 健 康 へ の 影 響	人 の 健 康 へ の 影 響	人 の 健 康 へ の 影 響				
評価	復帰変異性 陽性*2 (変化物)	染色体異常 誘発性 陽性*2 (変化物)	哺乳動物 毒性 D20 334 *2	刺激性 皮膚：有り*1	発がん性 眼：有り*1	発がん性 皮膚：有り*1	発がん性 眼：有り*1																		
防汚性能	動物に対して防汚効果は認められるが、経時とともに効果は低下する。 植物に対してかなり効果が認められた。	動物に対して防汚効果は認められるが、経時とともに効果は低下する。 植物に対してかなり効果が認められた。	動物に対して防汚効果は認められるが、経時とともに効果は低下する。 植物に対してかなり効果が認められた。	動物に対して防汚効果は認められるが、経時とともに効果は低下する。 植物に対してかなり効果が認められた。	動物に対して防汚効果は認められるが、経時とともに効果は低下する。 植物に対してかなり効果が認められた。	動物に対して防汚効果は認められるが、経時とともに効果は低下する。 植物に対してかなり効果が認められた。	動物に対して防汚効果は認められるが、経時とともに効果は低下する。 植物に対してかなり効果が認められた。	動物に対して防汚効果は認められるが、経時とともに効果は低下する。 植物に対してかなり効果が認められた。	動物に対して防汚効果は認められるが、経時とともに効果は低下する。 植物に対してかなり効果が認められた。	動物に対して防汚効果は認められるが、経時とともに効果は低下する。 植物に対してかなり効果が認められた。	動物に対して防汚効果は認められるが、経時とともに効果は低下する。 植物に対してかなり効果が認められた。	動物に対して防汚効果は認められるが、経時とともに効果は低下する。 植物に対してかなり効果が認められた。	動物に対して防汚効果は認められるが、経時とともに効果は低下する。 植物に対してかなり効果が認められた。	動物に対して防汚効果は認められるが、経時とともに効果は低下する。 植物に対してかなり効果が認められた。	動物に対して防汚効果は認められるが、経時とともに効果は低下する。 植物に対してかなり効果が認められた。	動物に対して防汚効果は認められるが、経時とともに効果は低下する。 植物に対してかなり効果が認められた。	動物に対して防汚効果は認められるが、経時とともに効果は低下する。 植物に対してかなり効果が認められた。	動物に対して防汚効果は認められるが、経時とともに効果は低下する。 植物に対してかなり効果が認められた。	動物に対して防汚効果は認められるが、経時とともに効果は低下する。 植物に対してかなり効果が認められた。	動物に対して防汚効果は認められるが、経時とともに効果は低下する。 植物に対してかなり効果が認められた。	動物に対して防汚効果は認められるが、経時とともに効果は低下する。 植物に対してかなり効果が認められた。	動物に対して防汚効果は認められるが、経時とともに効果は低下する。 植物に対してかなり効果が認められた。	動物に対して防汚効果は認められるが、経時とともに効果は低下する。 植物に対してかなり効果が認められた。	動物に対して防汚効果は認められるが、経時とともに効果は低下する。 植物に対してかなり効果が認められた。	動物に対して防汚効果は認められるが、経時とともに効果は低下する。 植物に対してかなり効果が認められた。
防汚剤適性評価	使用条件により防汚効果が認められる。 生物への濃縮性は低いが、水中変化物が環境に残留することが予想される。 発がん性スクリーニング試験結果が陽性であると共に、慢性毒性の疑いがあるため、作業者に対しては、保護マスク・保護メガネの着用を義務付ける必要がある。 今後、発がん性試験及び慢性毒性試験等、より高次の試験を実施する必要がある。 防汚剤適性評価	使用条件により防汚効果が認められる。 生物への濃縮性は低いものの、環境への残留が予想され、水系生態に影響を及ぼすことが考えられる。 発がん性スクリーニングは試験結果が陰性であると共に、哺乳動物に対する毒性も低いが、眼や皮膚への刺激性があるため、作業者は保護マスク・保護メガネの着用を義務付ける必要がある。 使用量を制限すると共に、海生生物に対する慢性試験及び慢性毒性試験等により高次の試験を実施する必要がある。	防汚剤適性評価																						
備考	*1 SR 209にて実施 *2 メーカー提出資料																		*3 SR 209にて実施 *4 メーカー提出資料						

候補物質	No. 22	3-ヨード-2-プロピニルチルカーバメイト
物化性状	外観 灰白色固体 m.p. 63°C	融点・沸点 水: 156mg/l 油溶性 分配係数 LogPow 1.64 *1
生物学的性状	生物分解性 難分解 (推定) 全性	微生物分解性 BCF 0.3-4.5 *1
環境への影響	生物濃縮性 魚類等への毒性 ミンコ 0.377mg/l(48h LC50) *1 ヒメダカ 0.354mg/l(48h LC50) *1	
人への健康への影響	染色体異常性 陽性 D20 18.5μg/m ³ *1	刺激性 眼 : 腐食性 *1 皮膚 : 毒性 *1
防汚性能	動物や植物に対して防汚効果はほとんど認められない。スライムには初期の効果があった。	
防汚性能	使用条件により、防汚効果が認められる。 生物への濃縮性は低いが、環境中の残留が予想され、水系生態への影響を考えられる。 発ガン性スクリーニング試験結果が陽性であるが、発ガン性はないとの報告がある。しかし、眼に対する腐食性があるため、作業者に対しては、保護マスク・保護メガネの着用を義務付ける必要がある。 使用量を制限すると共に、海産生物に対する毒性試験及び発ガン性試験等より高次の試験を実施する必要がある。	
適性評価	林 SR 209にて実施 *1 メーカー提出資料	

候補物質	No. 23	ショードメチルバラトリルスルホン
物化性状	外観 淡黄色粉末 m.p. 157 °C	融点・沸点 水: 10 mg/l 分配係数 LogPow 2.98 *1
生物学的性状	微生物分解性 変化物残留 全性	生物濃縮性 低濃縮 ヒメダカ 0.82mg/l(48h LC50) *1
環境への影響	魚類等への毒性 魚類等への毒性 ヒメダカ 0.82mg/l(48h LC50) *1	
人への健康への影響	染色体異常性 誘発性 D20 69.9μg/m ³ *1	哺乳動物毒性 反復(30day) ラット NOEL 20mg/kg/day *1
防汚性能	動物や植物に対して防汚効果はほとんど認められない。スライムに対してでも効果は小さい。	
防汚性能	使用条件により、防汚効果が認められる。 生物への濃縮性は低いが、変化物が環境中に残留する可能性があり、水系生態へ影響を及ぼすことが考えられる。 発ガン性スクリーニング試験結果が陽性であると共に、哺乳動物に対して比較的高い毒性を示すため、作業者には保護マスク・保護メガネの着用を義務づける必要がある。 使用量を制限すると共に、海産生物に対する毒性試験及び発ガン性試験等のより高次の試験を実施する必要がある。	
適性評価	林 SR 209にて実施 *1 メーカー提出資料	

候補物質	No. 24	ビスジメチルジオカルバモイルシンクエチレン ビスジオカーバメイト	人 の 健 康 へ の 影 韵				
物化性状	外 観 微黄色粉末	融点・沸点 不明	オクタノール/水 分 配 系 数 $\log P_{ow} < 3$	溶解性 油溶性	外 觀 微黄色粉末状 結晶	融点・沸点 ■, p 137-139 °C	オクタノール/水 分 配 系 数 水: 5%未満
安全性	微生物分解性 変化物残留	環境 生物濃縮性 低濃縮	生 態 魚 類 等 へ の 毒 性 コイ 1.2mg/(48h, LC50) ^{#1}	影響 等 へ の 毒 性	微生物分解性 (推定) 難分解	環境 生物濃縮性 低濃縮	生態 魚 類 等 へ の 毒 性 不明
評価	人 の 健 康 へ の 影 韵			人 の 健 康 へ の 影 韵			
評価	復帰変異性 陽 性 ^{#1}	染色体異常 誘 発 性 D20 3.80mg/m ³	哺乳動物毒性 反復(90day) ラット NOEL 37mg/kg/day ^{#1}	刺 激 性 不 明	染色体異常 誘 発 性 D20 3.06mg/m ³ ^{#1}	哺乳動物毒性 不 明	刺 激 性 不 明
防汚性能	動物に対してかなりの防汚効果が認められ、植物にも効果があった。 スライムにも初期効果があった。	動物に対して初期効果があった。	植物には効果はない。	防汚性能	動物に対して浸透初期に付着があつたが効果は認められた。植物には効果はない。 スライムには初期効果があつた。	防汚性能	動物には効果があつた。
防汚剤通性	使用条件により、防汚効果が認められる。 生物への濃縮性は低いが、変化物が環境中に残留する可能性があり、水系生態へ影響を及ぼすことが考えられる。 発ガン性スクリーニング試験結果が陽性であると共に、哺乳動物に対して比較的高い毒性を示すため、作業者は保護マスク・保護メガネの着用を義務づける必要がある。	生物への濃縮性は低いが、変化物が環境中に残留する可能性があり、水系生態へ影響を及ぼすことが考えられる。	生物への濃縮性は低いが、変化物が環境中に残留する可能性があり、水系生態へ影響を及ぼすことが考えられる。	防汚剤通性	使用条件により、防汚効果が認められる。 発ガン性スクリーニング試験結果は、陽性を示している。現在の所、安全性を評価するため十分な情報がない。	防汚剤通性	使用条件により、防汚効果が認められる。
備考	* SR 209にて実施 *1 メーカー提出資料						

候補物質	No. 25	フェニル(ビスピリジル)ビスマスジクロライド	外 観 微黄色粉末状 結晶	融点・沸点 137-139 °C	オクタノール/水 分 配 系 数 $\log P_{ow} < 3$ ^{#1}	溶解性 水: 5%未満
物化性状	外 観 微黄色粉末	融点・沸点 不明	オクタノール/水 分 配 系 数 $\log P_{ow} < 3$ ^{#1}	外 観 微黄色粉末状 結晶	融点・沸点 137-139 °C	オクタノール/水 分 配 系 数 $\log P_{ow} < 3$ ^{#1}
安全性	微生物分解性 変化物残留	環境 生物濃縮性 低濃縮	生 態 魚 類 等 へ の 毒 性 コイ 1.2mg/(48h, LC50) ^{#1}	環境 生物濃縮性 魚 類 等 へ の 毒 性	生 態 魚 類 等 へ の 毒 性	環境 生物濃縮性 魚 類 等 へ の 毒 性
評価	人 の 健 康 へ の 影 韵			人 の 健 康 へ の 影 韵		
評価	復帰変異性 陰 性 ^{#1}	染色体異常 誘 発 性 D20 3.80mg/m ³	哺乳動物毒性 反復(90day) ラット NOEL 37mg/kg/day ^{#1}	刺 激 性 不 明	刺 激 性 不 明	刺 激 性 不 明
防汚性能	動物に対してかなりの防汚効果が認められ、植物にも効果があった。 スライムにも初期効果があった。	動物に対して初期効果があつた。	植物には効果はない。	防汚性能	動物には効果があつた。	防汚性能
備考	* SR 209にて実施 *1 メーカー提出資料					

候補物質	No. 26	2-(4-チアソリル)-ベンツイミダゾール	No. 27	ビリジン-トリフェニルボラン
物化性状	白色粉末 m.p 295 °C 以上(昇華)	融点・沸点 オクタノール/水 分配係数 LogPow 1.79 * 以上(昇華)	外観 オクタノール/水 溶解性 水: 0.03%	外観 オクタノール/水 溶解性
安全性	難分解 (推定)	生物濃縮性 魚類等への毒性 コイ >40mg/(48h, LC50) * 低濃縮	微生物分解性 魚類等への毒性 コイ >40mg/(48h, LC50) * 低濃縮	微生物分解性 魚類等への毒性 コイ 0.7mg/l (LC50) * LogPow 2.5* 以上(昇華)
評価	全性	人 の 健 康 へ の 影 韻	人 の 健 康 へ の 影 韵	人 の 健 康 へ の 影 韵
		復帰異性 陽性	染色体異常 誘発性	生物濃縮性
評価	陰性	D20 24.7µg/m³*	慢性(2year) ラット NOEL 10mg/kg/day	魚類等への毒性 コイ >40mg/(48h, LC50) * 低濃縮
防汚性能	防汚性能	動物や植物に対して浸漬初期から付着があり、防汚効果認められない。 スライムに対しても効果は小さい。	動物や植物に対してかなり顕著な防汚効果が認められた。	動物や植物に対してかなり顕著な防汚効果が認められた。 スライムに対しても顕著な効果が認められた。
防汚剤適性評価	防汚剤適性評価	防汚効果が認められない。	顕著な防汚効果が認められる。 生物への濃縮性は低いものの、環境への残留が予想され、水系生態に影響を及ぼすことが考えられる。	顕著な防汚効果が認められる。 生物への濃縮性は低いものの、環境への残留が予想され、水系生態に影響を及ぼすことが考えられる。 発ガン性スクリーニング試験結果は陰性であるが、哺乳動物に対して慢性毒性の疑いがあり、作業者に対しては保護マスク・保護マガネの着用を促す必要がある。 使用量を制限すると共に、海産生物に対する毒性試験及び慢性毒性等のより高次の試験を実施する必要がある。
備考	備考	* SR 209にて実施 *1 メーカー提出資料	* SR 209にて実施 *1 メーカー提出資料	

候補物質	No. 26	2-(4-チアソリル)-ベンツイミダゾール	No. 27	ビリジン-トリフェニルボラン
物化性状	白色粉末 m.p 295 °C 以上(昇華)	融点・沸点 オクタノール/水 分配係数 LogPow 1.79 * 以上(昇華)	外観 オクタノール/水 溶解性 水: 0.03%	外観 オクタノール/水 溶解性
安全性	難分解 (推定)	生物濃縮性 魚類等への毒性 コイ >40mg/(48h, LC50) * 低濃縮	微生物分解性 魚類等への毒性 コイ >40mg/(48h, LC50) * 低濃縮	微生物分解性 魚類等への毒性 コイ 0.7mg/l (LC50) * LogPow 2.5* 以上(昇華)
評価	全性	人 の 健 康 へ の 影 韵	人 の 健 康 へ の 影 韵	人 の 健 康 へ の 影 韵
		復帰異性 陽性	染色体異常 誘発性	生物濃縮性
評価	陰性	D20 24.7µg/m³*	慢性(2year) ラット NOEL 10mg/kg/day	魚類等への毒性 コイ >40mg/(48h, LC50) * 低濃縮
防汚性能	防汚性能	動物や植物に対して浸漬初期から付着があり、防汚効果認められない。 スライムに対しても効果は小さい。	動物や植物に対してかなり顕著な防汚効果が認められた。	動物や植物に対してかなり顕著な防汚効果が認められた。 スライムに対しても顕著な効果が認められた。
防汚剤適性評価	防汚剤適性評価	防汚効果が認められない。	顕著な防汚効果が認められる。 生物への濃縮性は低いものの、環境への残留が予想され、水系生態に影響を及ぼすことが考えられる。	顕著な防汚効果が認められる。 生物への濃縮性は低いものの、環境への残留が予想され、水系生態に影響を及ぼすことが考えられる。 発ガン性スクリーニング試験結果は陰性であるが、哺乳動物に対して慢性毒性の疑いがあり、作業者に対しては保護マスク・保護マガネの着用を促す必要がある。 使用量を制限すると共に、海産生物に対する毒性試験及び慢性毒性等のより高次の試験を実施する必要がある。
備考	備考	* SR 209にて実施 *1 メーカー提出資料	* SR 209にて実施 *1 メーカー提出資料	

4.2 溶出・分解性試験

4.2.1 溶出試験

防汚剤が塗膜から海水中に溶出する挙動について調べるため溶出試験を行った。供試塗膜はTBT・亜酸化銅併用系(TBT-F(トリプチル錫フルオライド) : 5%, Cu₂O : 30%)と候補防汚剤No.4(2, 4, 5, 6-テトラクロロイソフタロニトリル)・亜酸化銅併用系(No.4 : 5%, Cu₂O : 30%)および単独系(No.4 : 15%)である。溶出試験の方法は、塩化ビニル樹脂製の円盤(直径16cm)にリング状に塗った塗膜(面積126cm²)を人工海水(水温25°C)の入ったエージング容器内で回転状態(50 rpm, 0.6ノット相当)に置き、所定の経過時毎に測定容器に移して同一回転、同一水温における溶出量を測定(測定時間1~2時間)し、溶出速度の推移を表す溶出曲線を求めた。

図4.2.1に示す上が候補防汚剤No.4、下がTBT-Fの溶出曲線である。No.4は単独系と併用系で溶出パターンが異なり、併用系の溶出速度は0.3~3 μg/cm²/dayで初期6日間程が高い値を示したが、単独系は2.3~7.8 μg/cm²/dayで初期に低く30日経過後にピーク値を示した。TBT-F溶出速度は1.3~44 μg/dayで初期の30日間程高い値が継続した。

亜酸化銅併用系のNo.4とTBT-Fを比較すると、No.4はTBT-Fの10分の1以下であり、TBT-Fよりも環境負荷量は少ないものと考えられる。

4.2.2 分解性試験

海水中へ溶出した防汚剤の光分解と微生物分解が同時に評価できる試験法について検討した。定めた分解性試験の方法は、分解の主な要因になると考えられる光および微生物について海水環境を模擬したものとし、太陽光に近似した紫外線スペクトルを持つ蛍光ケミカルランプ(20W×3)付きの恒温槽内に分解試験容器を置き、その容器内の東京湾実海水(60~200 ml, 水温25°C)に供試防汚剤を所定濃度(20~100 ppb)添加し、適当な時間経過後の供試防汚剤の残存量を測定して残存率の推移を表す分解曲線を求め、初期濃度の50%に相当する半減期により分解性を評価した。

試験法を定めるにあたり、海水の分解活性を保持するための通気の効果、光分解の照射法等の検証を行って海水中での防汚剤の分解シミュレーション試験法として有用であるとの見通しを得た。

この試験方法に従いTBT-C(トリプチル錫クロライド)と候補防汚剤No.4を供試防汚剤にした試験を行い分解性を検討し、供試防汚剤の半減期を試験条件別にまとめ表4.2.1を得た。TBT-Cでは11~18日間であり、既往の知見^{1,2)}とほぼ一致した範囲内である。

No.4は光分解作用を強く受けるため(半減期1日以内)海水表層部での分解はかなり急速に進むと考えられ、また光の到達しない海水層においてもNo.4の半減期はTBT-Cに比べ4分の1程度であることが認められ、海水中では分解しやすいことが示された。

参考文献

- 1) 里見・清水編、有機スズ汚染と水生生物影響、恒星社厚生閣刊、(1992)
- 2) 篠田・大野木、有機スズ化合物と微生物、水環境学会誌、Vol. 15, No. 8 (1992)

表 4.2.1 供試防汚剤の半減期（初期濃度50 ppb）

防汚剤	T B T C	No. 4
明所	生菌海水 15 日	0.5 ~ 1 日
	滅菌海水 24 日	0.5 ~ 1 日
暗所	生菌海水 11 ~ 18 日	2 ~ 5 日
	滅菌海水 27 日	7 日

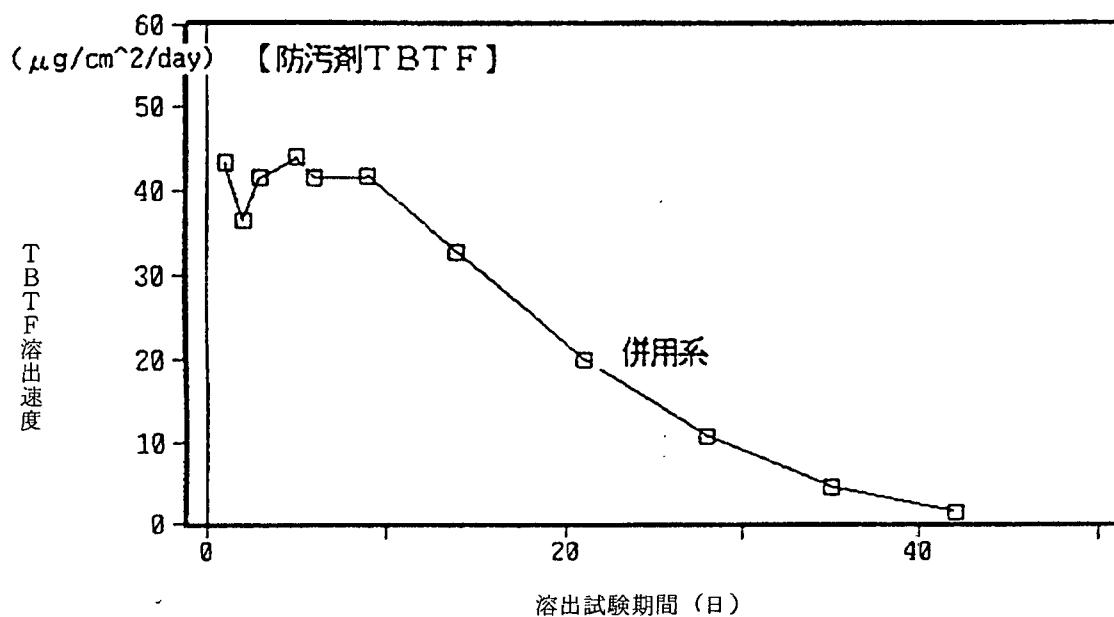
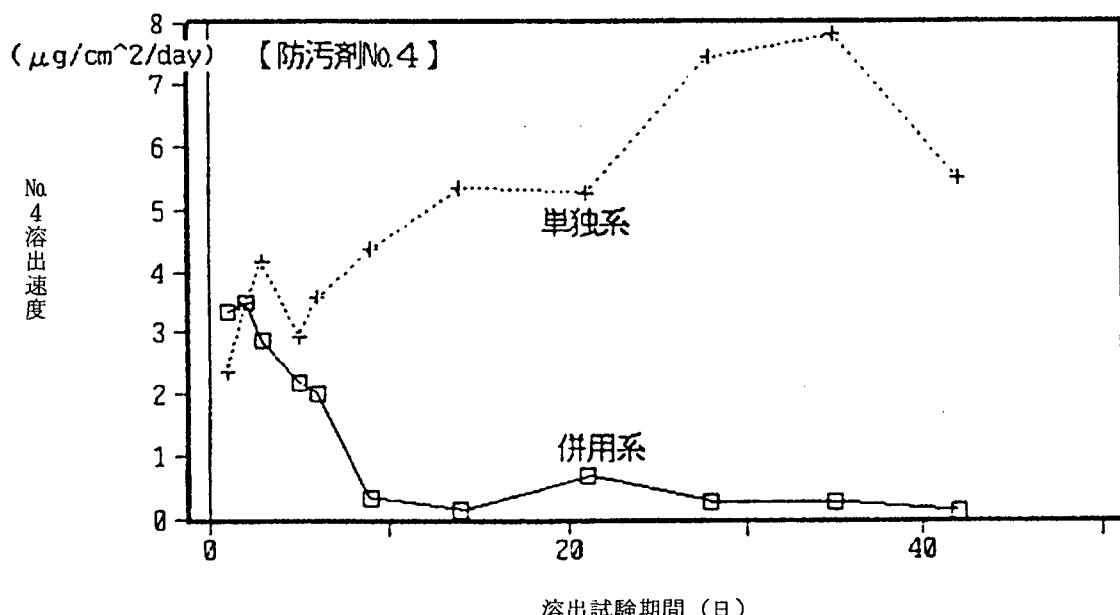


図 4.2.1 供試防汚剤の溶出曲線

4.3 環境分布濃度の検討

すでに防汚剤として使用されている有機錫化合物の海洋環境における濃度はモニタリングにより実測調査されているが、今後使用されるであろう候補防汚剤については環境中の濃度予測がなされていることが望ましい。

化学物質の環境濃度予測手法設定のため、従来より環境中での化学物質の濃度とその物質の物理化学性状値等との関連性が調査されてきた。最近になり、環境中に負荷された化学物質が、海水、底質、土壤、大気等の各相にどのように分布され、またそれが時間の経過によりどのように変化するかを精度良く推測するため、各相内および相間での化学物質の移動および分解を時間経過も考慮し予測するシミュレーション手法が開発され、対象化学物質の環境中の分布量を予測する試みがなされている。本研究では三菱化成安全科学研究所で開発されたM N S E M プログラム^{1,2,3,4)}を用いて、TBTとの比較において、代表的候補防汚剤の海水中および底質中の濃度を予測した。シミュレーション結果を表4.3.1に示す。なお、本プログラムでは防汚剤を使用する一定の環境空間条件を設定し、パラメーターとしては防汚剤の環境負荷量、ヘンリー定数、オクタノール／水分配係数（Log POW, Log KOWと同じ値）、土壤吸着平衡定数（Koc）、生物濃縮係数（BCF）、および光分解、加水分解、微生物分解、ラジカル分解に関する速度定数を使用している。

海水相での濃度は候補防汚剤No.8（4,5ジクロロ-2-N-オクチル-3(2)チアゾロン）がTBTより1オーダー低い。その他の候補防汚剤についてはTBTと同様に 10^{-6} mg/1のオーダーである。しかし、TBTおよび候補防汚剤No.8以外は分解性パラメーターがすべては揃っていないことから、不備なものについては分解しないものと仮定して計算したため、TBTと同等のオーダーが得られたものと考える。実際には、候補防汚剤No.4（2,4,5,6-テトラクロロイソフタロニトリル）の分解性試験に関する4.2項の結果が示すように、TBTより分解が早いものもあり、海水相での濃度はTBTより低くなると予想される。また、パラメーターの中で環境負荷量の寄与が大きいため、いずれの候補防汚剤も使用量を制限することにより、海水相での濃度をTBTよりおさえることは可能と考えられる。底質中の濃度は分解性パラメーターの不足分を考慮しても、いずれの候補防汚剤もTBTより低い結果であり、この事はLog powが支配的因素であるためと考えられる。

参考文献

- 1) 吉田喜久雄、他 (1987). Toxic. Environ. Chem. 15 (3) 159-183
- 2) 吉田喜久雄、他 (1988). Toxic. Environ. Chem. 16 (1) 69-85
- 3) 吉田喜久雄、他 (1988). Chemosphere 17 (10) 2063-2072
- 4) 環境庁環境保健部保健調査室 (1989). 化学物質と環境(平成元年版) 199-218

表 4.3.1 MNS EM プログラムによる防汚剤環境分布濃度予測

1) 設 定 条 件

海 水 面 積	2.00E+09m ²
深 さ	10 m
底 質 量	1.00E+08m ³
厚 さ	0.05 m
土 壤 面 積	8.00E+09m ²
空 気 量	2.00E+12 m ³
高 さ	200 m
防汚剤負荷量	100 ton／年

2) 防汚剤環境分布濃度予測

(単位 mg/1)

No	防 汚 剤 名	海 水 相	底 質
3	2-メチルチオ-4-t-ブチルアミノ -6-シクロプロピルアミノ-s-トリアジン	3.62E-06	3.08E-04
4	2,4,5,6-テトラクロロイソフタロニトリル	2.55E-06	1.49E-04
5	N, N-ジメチルジクロロフェニル尿素	3.62E-06	7.40E-05
8	4,5-ジクロロ-2-nオクチル-3(2H)イソチアゾリン	2.01E-07	1.97E-07
27	ピリジン-トリフェニルボラン トリブチル錫オキサイド	2.95E-06 3.56E-06	1.04E-04 2.36E-03

5. ま　と　め

本研究部会では、21種類の候補防汚剤について、安全性・防汚性・環境影響の角度から総合的に調査、研究を実施し、目的とする有機錫化合物に代りうる下記17種類の防汚剤を見出した。

No.2 (ジンクジメチルジチオカーバメイト)

No.3 (2-メチルチオ-4-t-ブチルアミノ-6-シクロプロピルアミノ-s-トリアジン)

No.4 (2,4,5,6-テトラクロロイソフタロニトリル)

No.5 (N,N-ジメチルジクロロフェニル尿素)

No.7 (ロダン銅)

No.8 (4,5-ジクロロ-2-n-オクチル-3(2H)イソチアゾリン)

No.9 (N-(フルオロジクロロメチルチオ)フタルイミド)

No.10 (N,N'-ジメチル-N'フェニル-(N-フルオロジクロロメチルチオ)スルファミド)

No.11 (2-ピリジンチオール-1-オキシド亜鉛塩)

No.12 (テトラメチルチウラムジサルファイド)

No.13 (Cu-10% Ni 固溶合金)

No.14 (2,4,6-トリクロロフェニルマレイミド)

No.21 (2,3,5,6-テトラクロロ-4-(メチルスルフォニル)ピリジン)

No.22 (3-ヨード-2-プロピニルブチルカーバメイト)

No.23 (ジヨードメチルパラトリルスルホン)

No.24 (ビスジメチルジチオカルバモイルジンクエチレンビスジチオカーバメイト)

No.27 (ピリジン-トリフォニルボラン)

中でも、No.7, No.9, No.11, No.13, No.27などが防汚性試験でも顕著な効果が認められた。

尚、No.1 (マンガニーズエチレンビスジチオカーバメイト)およびNo.6 (ジンクエチレンビスジチオカーバメイト)は、発ガン性の疑いがあること、No.25 (フェニル(ビスピリジル)ビスマスジクロライド)は、安全性に関するデータが十分に得られていないこと、およびNo.26 (2-(4-チアゾリル)-1-ベンツイミダゾール)は、防汚効果が認められなかったことから防汚剤の適性が無いものと判定した。

また、本調査研究で採用した、防汚剤適性評価方法および手順は、本研究を実施する中でその有用性が確認され、将来新たな防汚剤選定の必要が生じた場合、その適性評価の拠り所となるものと判断する。

船舶および関連分野において本研究の成果が有效地に活用されることを期待し、以下に特記すべき事項を述べ、まとめとする。

1) 本研究の評価結果に基づき、将来使用される可能性のある候補防汚剤は、濃縮度において有機錫化合物ほど大きなものはないが、有機錫化合物同様、使用量が増大すれば環境に影響をおよぼすことは否定できず、使用に際しては、環境負荷を可能な限り軽減することを考慮し、配合量などを制限することが肝要といえる。また、これらの防汚剤は、当然関係する法律に適合させて使用しなければならない。

2) 防汚塗料のような化学物質を含有する混合物(調剤)について、ECでは“EC Council Directive 88/379/EEC”および“92/32/EEC”にて、それらの含有量との関係で安全性の分類を行っている。また、危険な物質に関する標準リスクおよび表示義務なども規定していることから、防汚剤配合量を制限するにあたってもその考え方は妥当と考えられ、すくなくともこの指令(Directive)で規定されている“Harmful”以下となる含有量で使用すべきであろう。しかし、“Very toxic”的なカテゴリーに分類されるような物質、あるいは境界領域にある物質は、この指令に従うと含有量1%以下で“Harmful”的なカテゴリーに入るが、万が一のケースを考慮し、使用は避けるべ

きであろう。

- 3) 明らかに発ガン性がある、あるいは発ガン性の疑いが判明している物質は、防汚剤の対象から外し、その他の候補防汚剤でも、将来新たにその疑いが判明した場合は即座に当該物質の使用を中止するべきである。また、発ガン性スクリーニング試験で陽性であった物質を調合する場合は、製造物責任（P L）上からもその旨を明記することが望ましい。
- 4) 本研究の安全性評価は、化審法対応試験を中心に実施したため、海産生物に対する影響については、十分な検討ができていない。生物濃縮性については、生物濃縮度（Biological Concentration Factor）の値で規制する考え方もあるが、食物連鎖などが関係する自然界での値と異なることがある。今後魚毒性および魚体蓄積性データの集積、およびそれらの防汚剤規制への反映が望まれる。
- 5) 有機錫化合物（T B T F）と候補防汚剤No 4（2, 4, 5, 6-テトラクロロイソフタロニトリル）を用いた環境影響調査のための溶出・分解性試験では、光分解と同時に微生物分解評価が可能な試験方法について検討し、海水の分解活性を保持する通気、光照射条件などの検証結果から、本研究で検討した方法が、海水中での防汚剤分解シミュレーション試験法として有用であると見出した。なお、No 4はT B T FおよびT B T Cに比べ、溶出速度が遅く、分解の速いことが確認され、より環境負荷が小さいことが示された。
- 6) M N S E Mプログラムを用いることにより、環境中での防汚剤濃度の相対評価が可能で、今後さらに精度の高い特性値が得られれば、T B T 化合物との比較において、防汚剤評価手法の一部として利用できそうである。
- 7) 防汚性評価では、プランクに比べほとんどの防汚剤について効果が認められる。亜酸化銅との併用系では、全般に候補防汚剤の効果は明瞭には発現されなかったが、本来防汚塗料は樹脂組成とのバランスの上に成り立っていることから、配合条件によっては17種類はいずれも有効に使えるレベルにあるものと判断する。

6. あ と が き

本研究の安全性調査ならびに試験結果により、各候補防汚剤の評価を行ったが、今後さらに、環境分布濃度の精度高い予測、あるいは、より高次の安全性試験データの収集と蓄積により、将来使用されるであろう防汚剤の信頼性がさらに高められることを期待したい。最後に、本研究の実施に当たり、貴重な資料、データを提供戴いた各社および化成品工業協会（『3.2 候補防汚剤』の項に記載）、またM N S E Mプログラムの提供を戴いた三菱化成株式会社安全科学研究所に対し、深く感謝する。