

平成20年度

**外来生物の船体付着総合管理に関する調査  
報告書**

平成21年3月

**海洋政策研究財団**  
(財団法人 シップ・アンド・オーシャン財団)



## はじめに

本報告書は、競艇交付金による日本財団の平成20年度助成事業として実施した「外来生物の船体付着総合管理に関する調査」の成果をとりまとめたものです。

沿岸の海洋生態系への非意図的な外来海洋生物の侵入経路として、船舶運航に起因する部分の大きいことは従来から指摘されてきました。ここには2つの問題、すなわちバラスト水の問題と船体付着の問題があります。この対策として、前者のバラスト水については、2004年2月に「バラスト水管理条約」が、国際海事機関（IMO）にて採択され、現在その発効への期待とともにバラスト水中の生物殺滅技術の開発が進んでいます。

後者の船体付着についても規制の必要性が認識され、2007年以降検討議題として取り上げられ、2008年2月のIMO ばら積み液体・気体小委員会（BLG）の第12回会合にて、船体付着による有害水性生物の移動を最小化する国際的な方法の策定に関する諸問題を議論する通信グループ（CG）が設置され、国際的方策の必要性およびその内容についての検討が進められています。さらに、2009年2月に開催予定のBLG13では、船体の生物汚損に関する作業部会（WG）の設置が了承され、本格的な議論および具体的対策の作成作業が開始されることとなります。

現在行われている船体での付着生物防除（防汚）対策は、船底塗料の塗布等による生物の船体付着の防止（防止技術）と船体付着生物の掻き落とし等による除去（除去技術）に大別できます。このうち前者については、防汚塗料などの付着防止技術の歴史は長く、2001年に採択された「船舶についての有害な防汚方法の規制に関する国際条約（AFS条約）」が2008年9月17日に発効し、防汚機能の高い有機スズ化合物（TBT）系塗料の船舶への塗布が禁止されました。これは、有害物質の塗料への使用を禁止・制限することにより海洋環境の保全をすることを目的としていますが、他方で、塗料の防汚効果の減少を意味します。結果、TBT系塗料に替わるような、長期にわたり防汚効果のある安価な技術は実用化されていません。また、後者については、通常の港湾での荷役作業と同時に船体に付着した生物の掻き落とし（アンダーウォータークリーニング）作業も一部で実施されていますが、発生する除去物の適切な回収と処理についての十分な検討はされていない状況にあります。

以上のように、船体付着生物の移動最小化には、防汚効果が高く、かつ、環境影響が小さく、経済的に有効な防汚管理システムの確立が不可欠ですが、これらを複合的に組み合わせた実際的な防汚対策は実用的にまだ充分ではありません。また、有効かつ持続可能な防汚管理システムの確立には、その効果とともに、環境リスク、外来生物移入リスク及び経済性などからの多面的な比較による総合的な評価が必要です。

そこで、本調査は、船体付着経路による外来生物の侵入に関して、付着防止技術と付着生物の除去・管理技術の解析と評価及び総合的な付着生物管理システムの構築を行い、将来の総合的な対策のあり方を提言することで、沿岸環境の保全及び持続可能な海運の発展

に寄与することを目的に実施して参りました。本書は2年計画で実施する本調査の1年目の成果をとりまとめたものです。本書が今後国際機関で本格化する船体付着由来の生物移入に対する議論や国内において同問題に先駆的に取り組む意欲のある船社などの参考になれば幸いです。

最後に、本調査の実施及び本報告書の取りまとめにあたりましては、福代康夫東京大学アジア生物資源環境研究センター教授を委員長とする「外来生物の船体付着総合管理に関する調査」委員会の委員の皆様の熱心なご議論・ご指導を賜り、この紙上をお借りして厚く御礼申し上げます。

平成21年3月

海洋政策研究財団  
会長 秋山昌廣

外来生物の船体付着総合管理に関する調査委員会 委員名簿

順不同、敬称略

( )内は前任者

委員長	福代 康夫	東京大学アジア生物資源環境研究センター	教授
委員	高田 秀重	東京農工大学大学院環境資源共生科学部門	教授
〃	小島 隆志	独立行政法人海上技術安全研究所環境影響評価研究グループ	研究員
〃	松田 泰英	社団法人日本船主協会海務部	課長
	(黒越 仁	〃	課長代理)
〃	吉川 栄一	社団法人日本舶用工業会	塗装専門家
〃	堀口 慎也	社団法人日本中小型造船工業会塗装委員会	委員
〃	大谷 道夫	株式会社海洋生態研究所	主任研究員
〃	華山 伸一	海洋政策研究財団 海技研究グループ	主任研究員

オブザーバー

	中橋 亨	国土交通省総合政策局海洋政策課	海洋渉外調査官
	服部 宏之	国土交通省総合政策局海洋政策課	専門官
	高嶺 研一	国土交通省海事局安全基準課	課長補佐
	鈴木 長之	国土交通省海事局安全基準課	専門官
	濱中 洋尚	環境省地球環境局環境保全対策課	審査係長

事務局	工藤 栄介	海洋政策研究財団	常務理事
	石原 彰	海洋政策研究財団	海技研究グループ長
	(西田 浩之	〃	)
	三木憲次郎	海洋政策研究財団	海技研究グループ長代理
	玉眞 洋	海洋政策研究財団	海技研究グループ 調査役
	大川 光	海洋政策研究財団	海技研究グループ 技術開発チーム長
	南島るりこ	海洋政策研究財団	海技研究グループ 海事研究チーム長



## 《目次》

1 船体の生物付着と防除技術の概要	1
1.1 船体付着生物について	3
1.1.1 微生物被膜の形成	3
1.1.2 多細胞生物群集の形成	4
1.2 防除技術について	5
1.2.1 防汚塗料による付着防止技術	5
1.2.2 防汚塗料以外の付着防止技術	11
1.2.3 付着生物の除去技術	11
1.3 防除対策の現状	13
1.3.1 聞き取り調査の概要	13
1.3.2 調査結果の概要	14
2 防汚塗料による環境影響に関する検討	36
2.1 防汚物質の環境影響に関わるデータの整理及び解析	38
2.1.1 PBT 基準に関するデータの収集及び整理	38
2.1.2 予測無影響濃度(PNEC)の算出に用いる毒性データの収集及び整理	39
2.1.3 防汚物質の予測無影響濃度(PNEC)の算出	40
2.1.4 防汚物質の予測環境濃度(PEC)の算出	41
2.2 防汚物質の環境影響評価	55
2.2.1 PBT 評価	55
2.2.2 PEC/PNEC 比に基づく解析	55
2.2.3 PEC/PNEC 比に基づく環境影響評価における課題の整理	60
2.3 防汚塗料の船舶への適用事例	62
2.3.1 船種別の防汚塗料	62
2.3.2 防汚塗料の既存船舶への適用事例	65
3 船体付着経由での外来生物移入リスクの低減に関する検討	67
3.1 船体付着経由での外来生物の移動・侵入に関する知見	68
3.1.1 とりまとめの概要	71
3.1.2 移入手段、経路について検討を行っている外来種情報の収集	72
3.1.3 日本および周辺海域から船体付着により移入したと推定される種	73
3.1.4 日本の外来種情報の収集	76
3.1.5 日本の海域に船体付着によって移入した種	76
3.1.6 北米、豪州、中東への移入実績	77
3.2 船体付着経由での外来生物の移動・侵入リスクの評価	80
3.2.1 とりまとめの概要	80
3.2.2 諸外国への定着潜在性の評価とそれらの防除重要度ランク付け	83
3.2.3 仮想船舶による定着潜在性の評価	118

4 付着生物除去技術の問題点・課題の検討	127
4.1 アンダーウォータークリーニングについて	128
4.1.1 アンダーウォータークリーニングの問題点	128
4.1.2 アンダーウォータークリーニングの課題	129
4.2 除去物処理の際の課題等の整理	132
4.2.1 処理する際に関係する法律等	132
4.2.2 防汚塗料が含まれることから留意すべき内容	134
4.2.3 外来生物が含まれることから留意すべき内容	136
5 総合的な付着生物管理システムの構築	137
5.1 付着生物防除技術の評価の整理	137
5.1.1 防汚塗料の環境リスク評価	137
5.1.2 船体付着生物による生物移入リスク評価	138
5.1.3 付着生物除去技術のリスク評価	139
5.2 総合的付着生物管理システムの構築	140
5.2.1 付着生物防止技術	140
5.2.2 付着生物除去技術	141
5.2.3 総合的管理システムの構築	142
5.3 船体付着生物総合管理マニュアルの策定	142

資料編 1 (防汚塗料の環境影響リスク評価に関する資料編)

資料編 2 (付着生物の防除におけるリスクに関する資料編)

参考文献

略語・用語集



## 1 船体の生物付着と防除技術の概要

船体における付着生物群集の形成は、船体表面において初めに微生物被膜が形成され、その後海藻、フジツボなどの多細胞生物の付着するフェーズへと遷移する過程をたどる。この微生物被膜の形成は、まず新規の付着基盤面（塗装表面）に水中の有機、無機物質が吸着し、それによって基盤上に被膜が形成される。次にこの被膜上へのバクテリアの付着が始まり、第三段階は、珪藻、その他の微小藻類、原生動物などの付着が続く。これにより付着した群集は、より強固なものとなり、海藻やフジツボ類などの多細胞生物の付着基盤となる。さらに、海藻やフジツボ類などによる群集構造は、立体的な生物のせい息空間を形成し、エビや巻貝などの移動性生物などにせい息場を提供することになる。

このような船体への微生物被膜形成とその後の生物付着を阻止するため、これまで多くの技術が開発・使用・淘汰されてきた。現在、船体での付着生物防除（防汚）対策は、以下の2つに大別される。

- (1) 船底塗料の塗布等による生物の船体付着の防止（防止技術）
- (2) 船体付着生物の掻き落とし等による除去（除去技術）

船底防汚塗料に関して言えば、2008年に発効したAFS条約によって有機スズ化合物（TBT）系塗料の使用が禁止されたため、現在、生物付着を防止するために使用されている船底防汚塗料は、非スズ系の塗料に代替された。この非スズ系塗料は防汚メカニズムの観点からバイオサイド（殺生物剤）系とバイオサイドを含まないシリコン系の非バイオサイド系に大別されるが、バイオサイド系の塗料は、その作用メカニズムからさらに3つの型（自己研磨型、崩壊型、旧来型）に大きく分けられる。これら3つの型では、いずれも含有する化学物質（防汚物質）が、表面付近の塗膜内に浸入した淡水/海水中に溶出、高濃度エリアを生じさせることによって、塗装表面の初期の微生物被膜形成を阻害抑制する機構によりその防汚機能を発現している。また、これらの防汚物質は許容されない環境への影響がある可能性があるため、社団法人 日本塗料工業会により、認定登録による自主管理が行われている。登録されている防汚塗料に含まれている防汚物質としては、すべての作用メカニズムで亜酸化銅が最も多く用いられており、次いで亜鉛ピリチオン、銅ピリチオンであった。

防汚塗料以外の付着防止技術としては、電解装置の使用やスチーム射出用パイプ設置による定期的なスチームの射出などが行われ、付着生物の成長を阻害する上で有効と考えられている。

外板、ビルジキール、シーチェストグレーティング、舵などのように塗装以外の船体付着防止技術の採用が行われていない部位等においては、付着した生物を掻き取ることで生物付着による影響を防ぐ方法（除去技術）がとられている。付着生物の掻き取りは、ドライドック入渠時に行われる場合と運航下でダイバーを使用して行う場合があり、後者の方法はアンダーウォータークリーニングと呼ばれ、ダイバーによって操作される水中掃除機を

用いて付着生物の除去が行われている。このときプロペラ研磨をすることも多く、これは特にプロペラポリッシングと呼ばれている。このアンダーウォータークリーニングを行うことにより約10%程度の燃料油消費改善がみられるといわれている。

大型船舶の船体付着防止技術と、船体付着除去技術の運用の現状を聞き取り調査結果からみると、中東、オーストラリアおよび北米西岸と日本間に就航する大型定期船は、防汚塗装技術をはじめとして何らかの船体付着防止対策をとっていることがわかった。防汚塗装技術に関して言えば、船体の塗装はドライドック入渠時ごとに塗り替えられ、これにより塗料塗布後の時間経過による防汚効果劣化を防いでいた。ただし半数以上の船舶が船体部位ごとに塗料の種類を変えることなく同一の塗料を使用しており、船体部位ごとに塗料の種類を変えている場合でもそれは外板の水線部、舷側部、平底部に限られており、生物の付着量が多いシーチェストやバウスラスタへの付着防止を意識した対応とはなっていなかった。防汚塗料以外の船体付着防止技術について言えば、ほとんどの船舶でシーチェストへの電解液注入を行っていた。さらに、この技術を用いている船舶の4割以上がスチーム射出など他の技術も組み合わせており、シーチェストへの生物付着防止をより確実なものとしようとしている様子が見られた。船体付着除去技術については、ドライドックでの掻き落としの他に、運航下で行うアンダーウォータークリーニングが実施されていた。アンダーウォータークリーニングは約半数の船舶で実施されていたが、実施の形態は船種により異なっていた。例えば密な運航スケジュールを持つコンテナ船では速度を維持するために定期的に行うケースが多いが、他の船種では速度や機関の負荷を見ながらの不定期な実施となっていた。さらにアンダーウォータークリーニング実施部位にも船種による違いが見られ、定期的に行うコンテナ船では、外板、プロペラ、舵などとなっているが、長期の沖待ちがあつて船体汚損が激しいと考えられる石炭専用船では、シーチェストとグレーチングなどさらに3箇所ニッチ部分が加わり、船の運航形態による船体汚損の程度の違いがアンダーウォータークリーニングを行う部位に反映する形になっていた。アンダーウォータークリーニングの結果生ずる、掻き落としした廃棄物の処理については業者任せにするケースが多かった。

## 1.1 船体付着生物について

### 1.1.1 微生物被膜の形成

船体など水中の付着基盤に形成される付着生物群集は、初期の微生物被膜形成から海藻、フジツボなどの多細胞生物の付着へと遷移する過程をたどる。

初期に形成される微生物被膜は、微小生物群集とその遺骸が主たる構成要素であり、この他、有機分泌物や捕捉された有機残渣、無機沈殿物、腐食生成物などを含んでいとされる。この微生物被膜の形成過程については、調整段階、先駆的細菌による微生物被膜の初期形成段階、それに続く他の微生物の付着段階、それらの増殖段階と4つの段階が認められるとした(Lewis 1998)。最初の調整段階では水中の有機、無機物質が基盤に吸着し、それによって基盤上に被膜が形成される。これは浸漬基盤が水に漬けられて数秒もしないうちに起こる。この被膜は浸漬基盤表面の物理化学的性質を変え、それに続く微生物付着に好適な新たな基盤表面を作り出す。次の段階はこの被膜上への細菌の付着である。最初に付着する微生物は棒状の細菌

で、海水への基盤浸漬後数時間で起こるが、その付着は弱く可逆的である。それでも一度付着が起こると、これらの初期細菌は栄養を得て新しい細胞を作り出し、また細胞表面に分泌された多糖類からなる細胞外ポリマーが基盤との間隙を架橋結合で結んで強固な付着が起こるようになる。第三段階は、最初の棒状細菌の付着に続いて、柄を持ったり繊維状であったりする細菌や珪藻、その他の微小藻類、原生動物などの付着である。これに続く第四段階は第三段階までに発達した生物被膜の増殖過程であり、群集はより複雑になって多細胞生物が付着する前段階を形成する(図 1.1-1参照)。

微生物被膜の形成はこのような過程をたどるが、その組成や発達速度は最初に作られる調整段階の被膜の状態や、水質、微小生物群集の種組成、基盤の性状などに影響され、さまざまに変化するとされる。このうち、微生物被膜の発達速度に影響をおよぼす水質については、栄養塩濃度の差がその発達速度に影響し、栄養塩濃度が高い内湾で微生物被膜の発達速度は速く、栄養塩濃度が低い外洋で遅くなることが知られる(例えば Mitchell and Kirchman 1984)。また、微生物被膜の発達と水温の関係については、低水温ではその発達は遅いが、水温が高くなるほど発達は速くなると考えられている(Pedersen 1982、Susan 2005、Molino et al 2009)。

基盤の性状のうち、殺生物剤を含む塗膜と含まない塗膜間での微生物被膜発達の違いについては、殺生物剤を含む塗膜上ではそれに耐える種だけがせい息できるに過

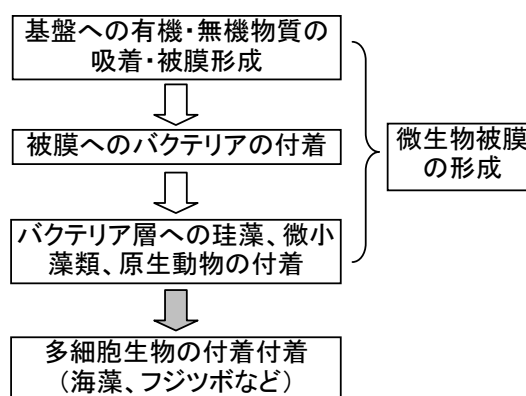


図 1.1-1 船体への生物付着のメカニズム

ぎないため、殺生物剤を含まない塗膜に比べて種組成はより単調になるなど両者の間には差があると考えられるが(Lewis personal comm.、Yebra et al. 2006 参照)、例えば Cassé and Swain (2006)がフロリダで行った実験では、基盤浸漬後 60 日で用いられた塗料の種類に関わらず種組成、量とも似通った状態になるとの指摘があり、季節や場所による違いはあるかもしれないが、一定時間の経過後はその差がなくなるものと考えられる (Yebra et al. 2006 参照)。微生物被膜の発達速度については、銅ベースの塗料を塗布した基盤では、浸漬後 1 ヶ月以内に珪藻による微生物被膜が形成されるが、有機スズ化合物(TBT)系塗料ではその形成に 1 年を要するなど、用いられる塗料の成分の違いによって微生物被膜の形成速度に差があることが示されている (Yebra et al. 2006)。

このような微生物被膜形成に続いて多細胞生物の付着が起り、やがて深刻な船体汚損などの問題を引き起こすことになるが、多細胞生物の付着に果たす微生物被膜の役割について内海(1947)は次のように指摘した。

- ① 微生物被膜は付着生物の浮遊幼生にその付着を容易にするあし場を与える
- ② 付着生物の幼生に食餌を供給する
- ③ 塗料面を微生物被膜で覆うことにより塗料の防汚成分の浸出を阻害し、防汚効果を弱めて生物の付着を容易にする
- ④微生物被膜を形成するバクテリアによるたん白性物質の分解、亜硝酸塩あるいは硝酸塩の還元、あるいは有機酸の利用がアンモニアを生成しこれによって被膜表面のアルカリ度が増すと、付着生物から分泌される石灰性膠着物質の沈積が起りやすくなる

すなわち、船体に微生物被膜が形成されなければこのような 4 つの効果に基づく多細胞生物の付着が起る可能性は低くなるため、いかに微生物被膜の形成を阻害するかが船体付着を防ぐ重要なポイントとなる。

### 1.1.2 多細胞生物群集の形成

微生物被膜が形成されると、やがてその上に海藻やカンザシゴカイ類、フジツボ類、ホヤ類のような固着生物群集やムラサキイガイなどのように足糸によって付着する生物群集の発達がみられるようになる。このような群集がさらに発達すると、それらの群集が作り出す空間はより複雑に、しかも立体的になり、エビ、カニ類、ヨコエビ、ワレカラ類や巻貝など、通常では船体に定着できない移動性生物群集にせい息の場を提供することとなる。このように、多細胞生物の付着が始まると、それは重疊的に付着量を増加させるばかりでなく、そこに形成される立体的なせい息空間が生物群集をより複雑なものとし、ひいては固着性生物のみならず、移動性生物にもせい息の場を与えることとなる。現在、世界各地で見られる移動性生物の移入はこのような構造を通して起こったものと推定されている。また、日本で起こった移入の近年の例では、1985 年に大阪湾で発見された二枚貝のウスカラシオツガイがある。この種は、ムラサキイガイの足糸や構造物間隙の泥中に埋没してせい息する種であり、このような付着生物構造の間隙の堆積物中に埋在して移入したと考え

られている。

以上のように、微生物被膜形成後、時間の経過とともに船体にはさまざまな多細胞生物の付着が見られるようになるが、初期に付着する多細胞生物は小型で成長と成熟が速く、しかも長い繁殖期を持った種になる傾向がある。一方で、遷移が進んだ後期に付着する種はホヤ類のように、一般的にみて幼生の浮遊期間が短く加入数は少ないが、大型で寿命が長い種になる傾向がある。しかし、具体的にどのような多細胞生物が初めに船体に付着し、その後どのような遷移をたどるかは船舶の運航状態の違いや、同じ船舶内であっても船体部位による光や流れの条件の違い、付着基盤の形状の違い、船体を海中に浸漬する時期などによって異なる。

## 1.2 防除技術について

船体への生物付着を防除(防汚)するために、これまでに多くの技術が開発・使用・淘汰されてきた。そして、現在行われている船体での付着生物防除(防汚)対策は、以下の2つに大別される。

- (1) 船底塗料の塗布等による生物の船体付着の防止(防止技術)
- (2) 船体付着生物の掻き落とし等による除去(除去技術)

(1)の防止技術は、生物の付着そのものを抑制もしくは低減することを目的としているが、25年以上の長期間にわたり海域で使用される外航船舶の全使用寿命において完全に生物付着を防止することは現在の技術では不可能であるため、頻度や方法は異なるものの、(2)の除去技術が併用されている。

1.1節でみてきた初期の微生物膜形成速度は、理論上船舶の各部位によって大きく異なるため、防汚対策の異なることは明らかであるが、現在は主に防汚塗料を中心とした(1)の防止技術に技術開発および投入コストが用いられ、(2)の除去技術は主に入渠時などにおいて実施されているとともに、副次的にアンダーウォータークリーニングなどが用いられている。

本節では、まず(1)の防止技術のうち主体となっている防汚塗料による対策の実態について1.2.1にて述べる、次に電解液の注入などその他の防止技術について1.2.2にて概説する。さらに、(2)の除去技術の現状について1.2.3にて概説する。また、アンケート調査により明らかになった船種・部位別の防汚技術の適用の現状については、次節1.3にて報告する。

### 1.2.1 防汚塗料による付着防止技術

#### (1) 防汚塗料の生物付着防止のメカニズム

1.1節でみてきた初期の微生物被膜の形成を阻害・抑制するために使用されている船底防汚塗料には、歴史的には、有機スズ化合物(TBT)が用いられてきており、その性能も高く評価されてきた。しかし、2008年のAFS条約の発効により、全世界的に同物質の使用が全面的に禁止され、在来船で使用されている塗料についても塗り

替えなどが実施されており、早期に全廃される。

このため防汚塗料には現在では非スズ系の塗料が使用され、その防汚メカニズムの観点から、大きくはバイオサイド（殺生物剤）系とバイオサイドを含まないシリコーン系の非バイオサイド系がある。そして、その作用メカニズムは、大きく分けてバイオサイド系の3つの型（自己研磨型、崩壊型、旧来型）とシリコーン系のシリコーン型に分けられる（図 1.2-1）。

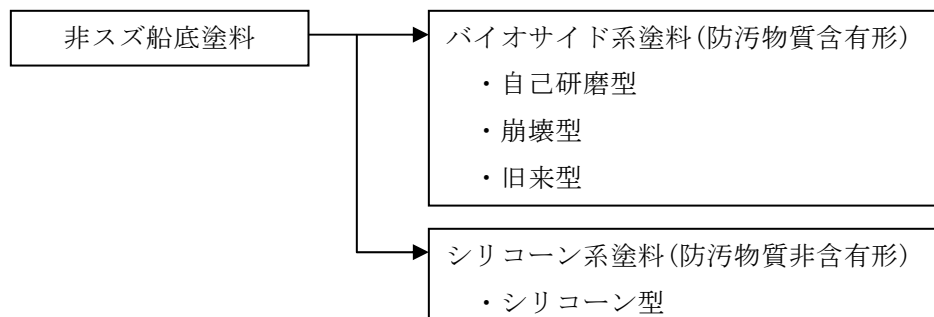


図 1.2-1 船底防汚塗料の作用メカニズムによる4分類

シリコーン型を除く3つのメカニズムでは、いずれも含有する化学物質（防汚物質）が、表面付近の塗膜内に浸入した淡水/海水中に溶出、高濃度エリアを生じさせることによって、塗装表面の初期の微生物被膜形成を阻害抑制する機構によりその防汚機能を発現している。各作用メカニズムの概要を以下にまとめ、メカニズムの概念を図 1.2-2に示す。

#### 自己研磨型

現在、自己研磨型塗料のほとんどは塗膜が加水分解することで、自己研磨性を担保している。具体的には、塗膜が海水と接すると化学反応によって、塗膜表面から加水分解が起こって塗膜成分が溶け出し、塗膜表面が更新されると共に、防汚物質の安定した供給が得られ、長期の防汚効果が期待できる。なお、有機スズ化合物（TBT）系塗料の主な作用メカニズムも自己研磨型である。

#### 崩壊型

塗膜が海水と接すると親水性樹脂が水和軟化層を形成し、表層から徐々に防汚物質が溶け出し、同時に水和して樹脂が溶出していく。

一般的にこれらの塗膜では水和軟化層は化学変化せず、船の運航などの物理的外力が加わり初めて減耗する。このため、塗膜の均一な減耗性を得ることは原理的に難しく防汚機能や経時的な塗膜の平滑性も得られにくい欠点がある。

#### 旧来型

塗膜内部の防汚物質が表層から溶け出す。溶出した後に穴だらけの水不溶性の塗膜残渣層（スケルトン層）が残り、内部に残っている防汚物質の塗膜表面への溶出を阻害するため防汚塗膜の防汚効果が落ちる。

## シリコーン型

シリコーン樹脂を用い、平滑で表面自由エネルギーの低い塗膜表面を形成させることにより、塗膜に生物が付着しにくく、例え付着しても船舶の航行による海水の抵抗で容易に離脱し、防汚効果が発揮される。

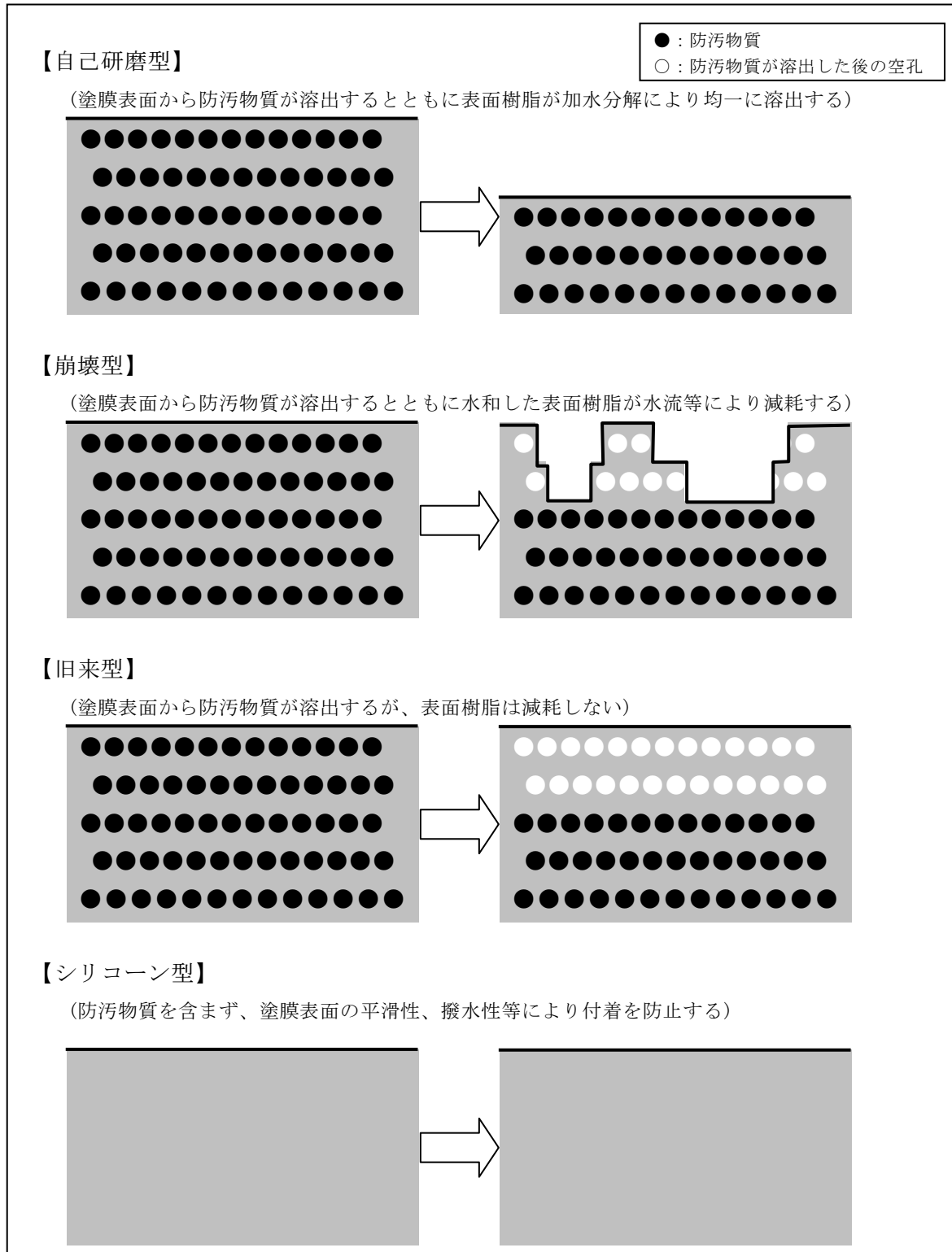


図 1.2-2 船底防汚塗料の作用メカニズムの概念

さらに、(社)日本塗料工業会自主管理登録品(平成20年7月15日時点)の防汚塗料は、全407製品あるが、その作用メカニズムによる内訳をみると、自己研磨型が310製品と全体の3/4以上を占めていた(図1.2-3)。

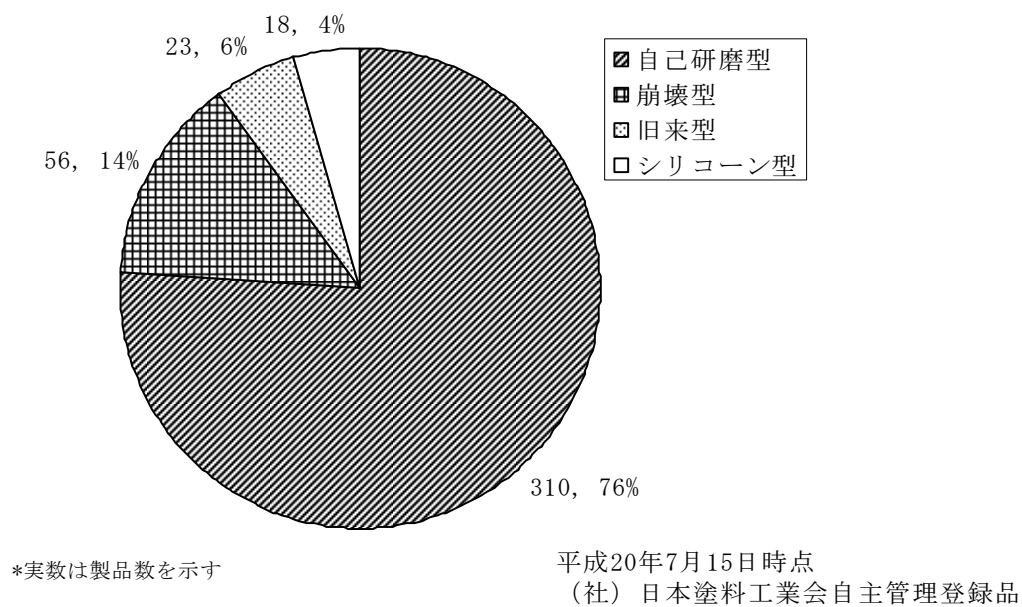


図 1.2-3 作用メカニズム別の登録塗料数



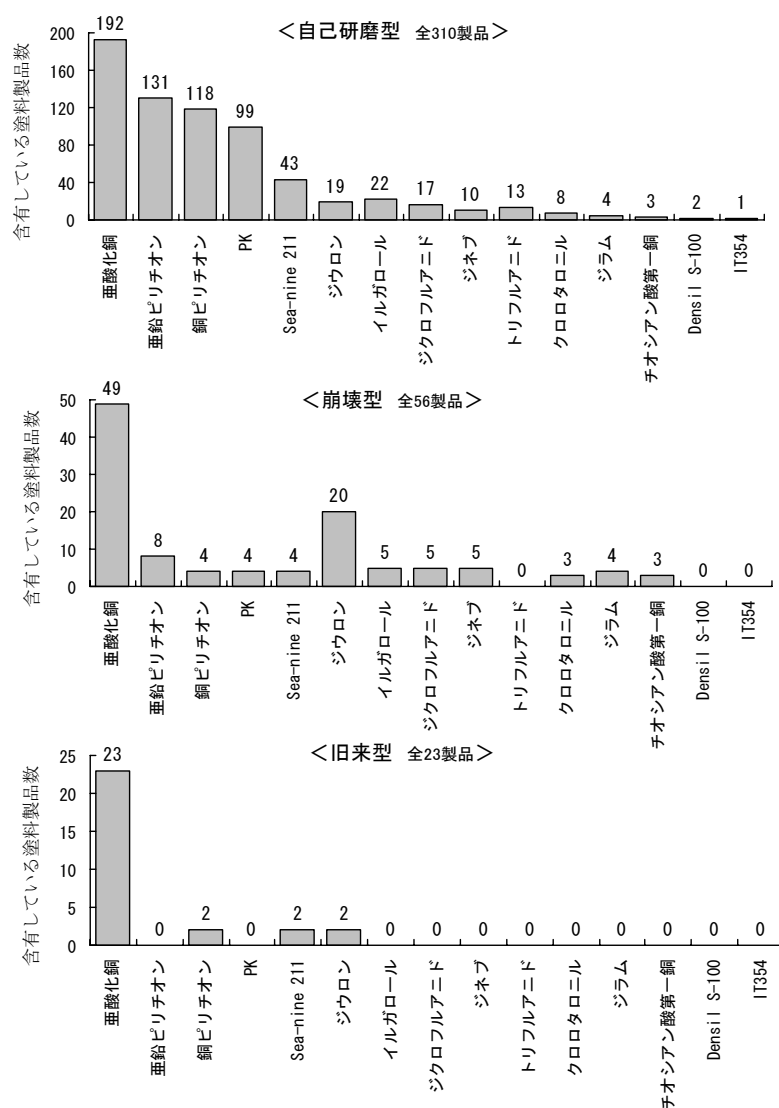
## (2) バイオサイド系塗料の含有成分

バイオサイド系の防汚塗料には、先に示したように自己研磨型、崩壊型、旧来型の作用メカニズムがあるが、この作用メカニズムはあくまでも塗料の性質であり、防汚効果は塗料に含まれる様々な化学物質(防汚物質)による作用が大きい。そして、この防汚物質は環境への影響が懸念されることから、社団法人 日本塗料工業会により、認定登録による自主管理が行われている。

そこで、ここではバイオサイド系塗料に含まれる防汚物質がその作用メカニズムによって違いがないかを比較した(図 1.2-4)。

その結果、すべての作用メカニズムで亜酸化銅が最も多く、次いで亜鉛ピリチオン、銅ピリチオンであった。また、自己研磨型では6番目に利用が多かったジウロンが崩壊型では亜酸化銅について主要な成分となっているという特徴がみられた。

なお、比較には(社)日本塗料工業会により公開されている情報を用いた。



平成20年7月15日時点  
(社)日本塗料工業会自主管理登録品

図 1.2-4 メカニズム毎の防汚物質の割合

### (3) シリコーン型塗料の含有成分

シリコーン型塗料は、防汚物質を含まないという特徴があるが、2社4製品を例に、製品のMSDSに記載された成分を表1.2-1にまとめた。

4製品に共通した成分としては、ジブチル錫ジウレート、テトラエチルシリケート、溶媒と考えられるエチルベンゼン、アセチルアセトン、キシレンがあった。ジブチル錫ジウレート、テトラエチルシリケートはシリコーンを硬化させるための触媒として使用され、樹脂に包含されていると考えられる。

また、各成分がPRTR法(有害性のある化学物質がどのような発生源からどれくらい環境中に排出されたか、あるいは廃棄物に含まれて事業所の外に運び出されたかというデータを把握・集計し、公表する仕組み)の対象物質か否かについての情報も付記した。

表 1.2-1 シリコーン塗料の成分(4製品)

CAS No.	物質名	製品番号				PRTR対象物質		想定される物質の役割
		1	2	3	4	日本	他国	
77-58-7	ジブチル錫ジウレート	○	○	○	○	第一種、政令番号：176	-	触媒
78-10-4	テトラエチルシリケート	○	○	○	○	-	-	
100-41-4	エチルベンゼン	○	○	○	○	第一種、政令番号：40	米国、豪州、オランダ等	溶媒
123-54-6	アセチルアセトン	○	○	○	○	-	-	
1330-20-7	キシレン	○	○	○	○	第一種、政令番号：63	米国、豪州、オランダ等	
13463-67-7	酸化チタン	○		○	○	-	-	色素
1317-61-9	四三酸化鉄	○				-	-	
1309-37-1	三酸化二鉄		○			-	-	
64-19-7	酢酸	○	○			-	豪州、韓国	-
-	(錫)				○			

### 1.2.2 防汚塗料以外の付着防止技術

防汚塗料以外の付着防止技術としては、電解装置の使用やスチーム射出用パイプ設置による定期的なスチームの射出などが行われ、付着生物の成長を阻害する上で有効となっている。また、例えばオーストラリアの船主協会では、商船の船底以外の複雑形状部位への防汚塗料以外の付着生物防止対策として以下のような提案を行っている。

#### ○シーチェスト

- 電解装置の使用やスチーム射出用パイプが設置された船舶では定期的なスチームの射出などが生物の成長を阻害する上で有効である。ただ、電解装置の使用にあたっては、残留物が周囲の環境へ影響を及ぼすことがないように注意を要する。

#### ○シーチェスト以外の塗装が施された部位

- 舵部の舵軸や丁番部分にできる隙間や水平安定板の隙間では、ドックでの清掃のほか、次のドックまでの間も検査をして常に生物を除去しておく必要がある。
- 犠牲陽極については、犠牲陽極を外板と同一平面になるよう設置したり、犠牲陽極と外板の間に詰め物をして外板との間に隙間を生じないようにする措置が必要とされる。また、犠牲陽極がボルトで取り付けられ、ボルトによる凹部ができる場合は、凹みを埋める必要がある。
- 海水冷却内部配管については、電解装置を用いた生物除去が考えられる。

しかし、船体各部に対して行うこのような付着生物防止対策には、それを行うことによって生じる入渠回数の増加や入渠期間の増加、使用資材の増加、運航の遅延、管理業務の増加、船舶やドックの改修費用発生などの問題があることも指摘されている。

### 1.2.3 付着生物の除去技術

外板やビルジキール、シーチェストグレーチング、舵などやさらに防汚塗料が塗装されない音響測深儀、速度計センサー、プロペラなどについては、付着した生物を掻き取ることで生物付着による影響を防ぐ方法(除去技術)がとられている。そのような付着生物除去技術としては、入渠時に行われる掻き落としと次の入渠までの間に、ダイバーにより海中の船体汚損状況や船底塗装状況を点検し、海中で船体の付着生物を除去するアンダーウォータークリーニングや、プロペラ研磨を行うプロペラポリッシングがある。

日本におけるアンダーウォータークリーニングの一例を述べると、図 1.2-5に示すような装置により付着生物を掻き落とし、それを回収用ネットで回収するようになっている。具体的には 3 個の清掃用回転ブラシの回転によって船体の付着生物を

掻き落とし、図の中央に見える凹み部の奥にある吸入ポンプで吸い込んで、装置後部に取り付けられた回収口を経由して回収用ネットに收容する。ブラシの回転によって掻き落とされた付着生物の周囲への拡散は、装置本体がブラシの回転時に生ずる負圧力によって船体に張り付くことと、回転ブラシの周囲に取り付けられた拡散防止ブラシによって防ぐことができるようになっている。

アンダーウォータークリーニングとプロペラポリッシングは、ともに船体やプロペラへの生物付着によって生ずる燃料消費増大と速度低下による運航コスト全般の増大を低減するために行われるもので、アンダーウォータークリーニングにより約10%、プロペラポリッシングで1~2%の燃料油消費改善がみられるといわれている。しかし、アンダーウォータークリーニングは、広く平滑な面では有効であるが、へこみや細かな部位での付着生物の除去は困難という側面もあり、また除去作業自身もコストも考慮に入れなければいけない。このため、比較的高速性能を要求されるコンテナ船やPCCを中心として行われていると予想される

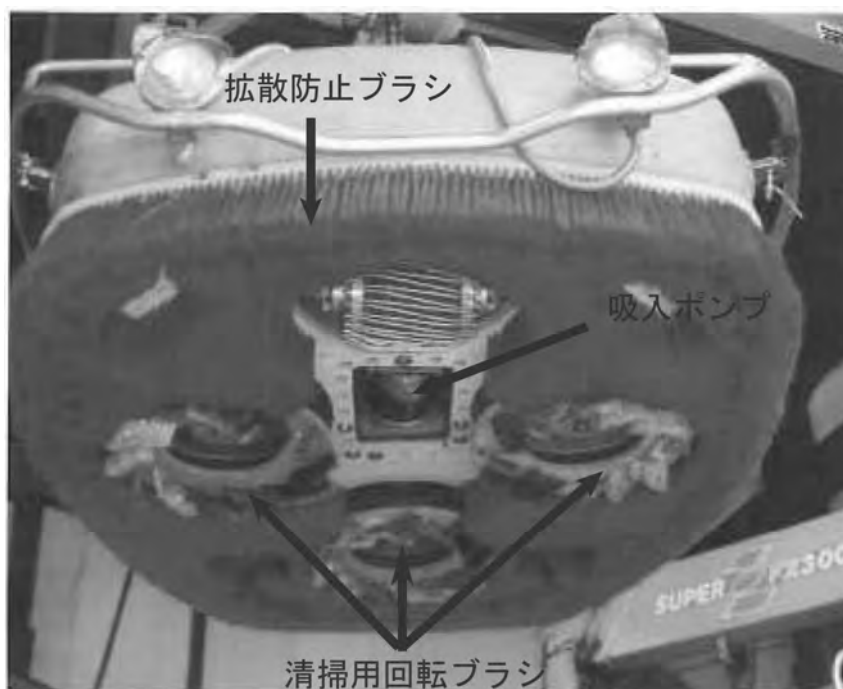


図 1.2-5 アンダーウォータークリーニングに用いられる大型船底清掃装置

## 1.3 防除対策の現状

### 1.3.1 聞き取り調査の概要

#### (1) 調査目的

船体付着防止技術（防汚塗料等）および船体付着生物除去（船体管理技術）の現状について日本の海運会社 3 社に聞き取り調査を行い、付着生物防除対策の現状を整理し、将来の防汚管理システム構築のための資料とした。

#### (2) 調査対象

調査は、日本と世界各地を結ぶ定期航路の中から表 1.3-1に示す 3 カ所の航路に就航する 3 種類の船舶を選び、これらについて 3 社の船会社に聞き取りを行って資料を収集した。船種毎の調査隻数は各社 2 隻、合計 6 隻である。ただし、バルクキャリアー船については、石炭専用船と鉄鉱石専用船の 2 種についての回答が得られたため、これらを分けて集計した。

表 1.3-1 聞き取り調査を行った定期航路と船舶の種類、サイズおよび調査隻数一覧

定期航路	船舶の種類		サイズ	調査隻数 (3社計)
日本/ペルシャ湾航路	原油タンカー		VLCC	6
日本/オーストラリア航路	バルクキャリアー	石炭専用船	パナマックス	2
		鉄鉱石専用船	ケープ	4
日本/北米西岸航路	コンテナ船		6,000TEU	6

#### (3) 調査方法

調査は、海運会社 3 社の担当各位宛てに質問票と回答票（資料編 2 参考資料 1）のをそれぞれ送付し、回答票へ記入された回答を回収・集計する方法により行った。

質問票では、次の 5 つの区分を設けそれぞれの区分ごとに複数の質問を用意し、全部で 28 の質問項目について調査を行った。

- ・ 対象船舶の大きさ、船齢等
- ・ 運航形態
- ・ 入渠時における付着生物の除去およびメンテナンス
- ・ 入渠時における防汚塗料の塗り替え時、当該船舶に塗布している船底塗料等の付着防止技術
- ・ 当該船舶で採用している塗料以外の船体付着防止技術

#### (4) 調査期間

調査は平成 20 年 11 月 11 日から 12 月 9 日の間に行った。

#### 1.3.2 調査結果の概要

##### (1) 対象船舶の大きさ、船齢等

###### ア) 総トン数・重量トン数 (問 1)

船種別にみた調査対象船舶の最大総トン数、最小総トン数および平均総トン数は表 1.3-2 に示すとおりである。最も大型の船舶は原油タンカーであり、以下鉄鉱石専用船、コンテナ船、石炭専用船の順である。

表 1.3-2 船種別にみた最大総トン数、最小総トン数および平均総トン数

船種	最大総トン数	最小総トン数	平均総トン数
原油タンカー	160,079	149,407	156,848
石炭専用船	58,098	48,032	52,600
鉄鉱石専用船	115,741	87,803	101,772
コンテナ船	76,199	53,822	66,123

これを重量トン数で表すと、船種別にみた最大重量トン数、最小重量トン数および平均重量トン数は表 1.3-3 のようになる。最も大型の船舶は、総トン数と同様に原油タンカー、次いで鉄鉱石専用船であるが、これに次ぐのは総トン数の場合と異なり、石炭専用船、コンテナ船の順になる。

表 1.3-3 船種別にみた最大重量トン数、最小重量トン数および平均重量トン数

船種	最大重量トン数	最小重量トン数	平均重量トン数
原油タンカー	299,984	259,983	283,738
石炭専用船	94,274	87,890	90,099
鉄鉱石専用船	200,999	171,978	186,489
コンテナ船	81,171	63,096	71,737

###### イ) 船齢 (問 2)

船種別にみた調査対象船舶の最大船齢、最小船齢および平均船齢は表 1.3-4 に示すとおりである。最も船齢が高いのは鉄鉱石専用船の 21 年で、鉄鉱石専用船は概して船齢の高い船が多い。最も船齢が低いのはコンテナ船で、船齢はいずれも 10 年未満である。

表 1.3-4 船種別にみた最大船齢、最小船齢および平均船齢（単位：年）

船種	最大船齢	最小船齢	平均船齢
原油タンカー	10	4	6.9
石炭専用船	13	4	10.9
鉄鉱石専用船	21	12	16.5
コンテナ船	7	4	5.6

## (2) 運航形態

### ア) 過去1年間の積荷港と揚荷港（問3）

船種別にみた調査対象船舶の積荷港と揚荷港を所属国または地域別に表 1.3-5 のように整理した。また、調査を行った船舶の船種別積荷港と揚荷港は資料編2 参考資料2 に示すとおりである。

原油タンカーはペルシャ湾岸諸国に積荷港が偏在し、石炭専用船はオーストラリア東岸に、鉄鉱石専用船はオーストラリア東岸と北岸に積荷港が偏在している。一方、コンテナ船の活動範囲は北海沿岸から地中海、東南アジア、中国、台湾・韓国、北米東岸および西岸と広い範囲に及んでいる。これらの調査結果は、第3章で述べる移入リスク評価を行う港を選択する際の資料とした。コンテナ船については、寄港地として中国と北米東岸が最も多く、北米西岸はこれらに次いでいたが、移入リスクの評価には北米西岸の港を選んだ。これは、中国は日本との間に生物の共通種が多く、日本からの移入リスクをもたらす危険が北米東岸や西岸に比べて低いと考えられること、北米東岸は途中で淡水域であるパナマ運河を通過することもあって北米西岸に比べて日本からの移入リスクをもたらす危険が低いと考えられたからである。

表 1.3-5 船種別国または地域別にみた積荷港および揚荷港の数

船種など 国または地域	原油タンカー		石炭専用船		鉄鉱石専用船		コンテナ船
	積荷港	揚荷港	積荷港	揚荷港	積荷港	揚荷港	—
ペルシャ湾岸諸国	14	—	—	—	—	—	—
タイ	—	—	—	—	—	—	1
シンガポール	—	—	—	—	—	—	2
中国	—	1	—	—	—	—	6
台湾・韓国	—	3	—	—	—	—	2
北海沿岸諸国	—	—	—	—	—	—	3
地中海諸国	—	—	—	—	—	—	3
北米（東岸）	—	—	—	—	—	—	6
北米（西岸）	—	—	—	—	—	—	5
中米	—	—	—	—	—	—	2
オーストラリア（東岸）	—	—	5	—	2	—	—
オーストラリア（北岸）	—	—	—	—	1	—	—
日本	—	8	—	4	—	4	4

イ) 巡航速度（問 4）

船種別にみた調査対象船舶の最大巡航速度、最小巡航速度および平均巡航速度は表 1.3-6に示すとおりである。このうち各船種の平均巡航速度を図 1.3-1に示した。巡航速度の最大値はコンテナ船の 22.96kt、最小値は鉄鉱石専用船の 13.00kt である。平均値でも巡航速度が最も速いのはコンテナ船であり、その速度は 20kt を超えている。他の船種の巡航速度は 14~15kt 台でコンテナ船との差に比べると船種間の差は小さいが、それらの中では原油タンカーが石炭専用船や鉄鉱石専用船などバルクキャリアーの巡航速度をやや上回っている。

表 1.3-6 船種別にみた最大巡航速度、最小巡航速度および平均巡航速度（単位：kt）

船種	最大巡航速度	最小巡航速度	平均巡航速度
原油タンカー	16.15	15.00	15.61
石炭専用船	15.35	14.00	14.34
鉄鉱石専用船	15.10	13.00	14.05
コンテナ船	22.96	22.00	22.51



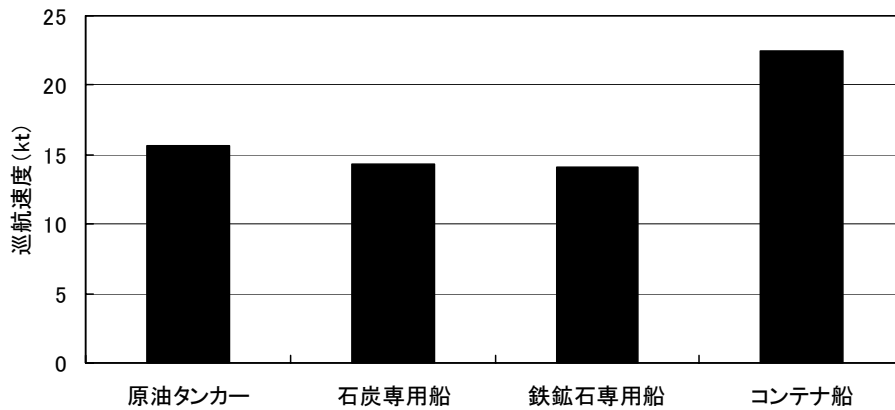


図 1.3-1 船種別にみた平均巡航速度

ウ) 年間停泊日数 (問 5)

船種別にみた調査対象船舶の沖待ちと着岸を合わせた年間停泊日数は図 1.3-2 に示すとおりである。年間停泊日数がもっとも長いのは鉄鉱石専用船で年間 160 日を越える。これに続くのは石炭専用船で年間 120 日以上に及ぶ。残るコンテナ船と原油タンカーはそれぞれ 83 日と 59 日である。

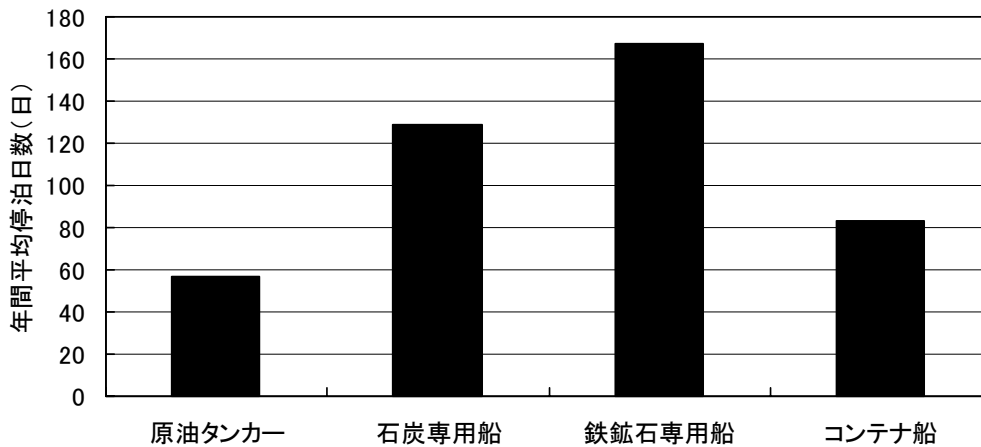


図 1.3-2 船種別にみた年間平均停泊日数

鉄鉱石専用船と石炭専用船の停泊日数については図 1.3-3に示すように積荷地での沖待ち日数の長さが大きく影響を及ぼしている。積荷地の沖待ち日数で比較すると石炭専用船、鉄鉱石専用船がそれぞれ 67.4 日と 66.5 日といずれも 60 日を越えるのに対して、原油タンカーは 9.3 日であり、さらにコンテナ船の場合は、積荷地で揚荷も行うので積荷地、揚荷地の区別はないが、4.8 日とかなり短くなっている。

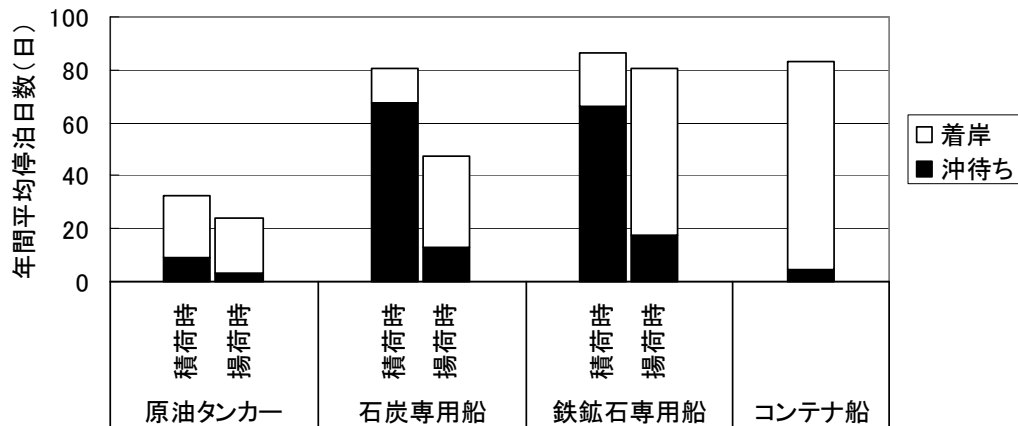


図 1.3-3 船種別に見た停泊形態別年間平均停泊日数

(コンテナ船は積荷地が揚荷地でもあるため両者の厳密な区別はできない。)

石炭専用船の積荷地で沖待ち日数が長いのは、2003 年秋以降に起こった世界的石炭需要の逼迫によるオーストラリア東岸の石炭積出港へのバルカー寄港数増加による影響が大きいとみられるが、とりわけ 2008 年に起こったドライバルク貨物の取引急増は鉄鉱石専用船も含めて東岸のグラッドストーン、ニューキャッスルなどでの長期の沖待ちを引き起こした。この影響が今回の聞き取り調査における石炭専用船と鉄鉱石専用船の長い沖待ち日数に表れたものと思われる。

### (3) ドライドック入渠時における付着生物の除去およびメンテナンス

#### ア) 対象船舶のドライドック入渠間隔と入渠回数 (問 6、問 7)

対象船舶のドライドック入渠間隔 (以下単に入渠間隔とする) は、図 1.3-4 に示すように石炭専用船および鉄鉱石専用船はすべて 2.5 年である。原油タンカーも 2.5 年のものが多いが、5 年のケースも 1 隻だけ存在する。これに対してコンテナ船は 5 年のケースが半数を占め、残りは 2.5 年が 2 隻、4.4 年が 1 隻である。

対象船舶の入渠間隔は、コンテナ船で長く、石炭専用船、鉄鉱石専用船、原油タンカーで短くなる傾向がある。船齢と入渠間隔との間に明瞭な関係はみられない。

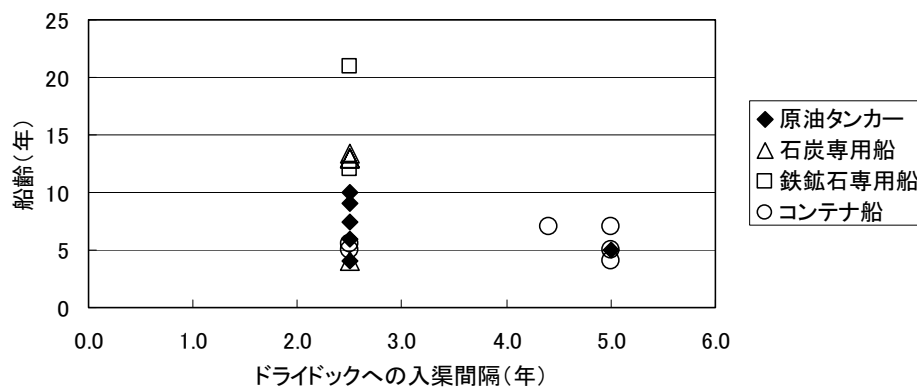


図 1.3-4 船種別に見た入渠間隔と船齢との関係

図 1.3-5に示すように、対象船舶の入渠回数は入渠間隔と船齢に関係しており、入渠間隔が長く船齢が低いコンテナ船で入渠回数は少なく、入渠間隔が短く船齢が高い鉄鉱石専用船や石炭専用船などで多くなっている。

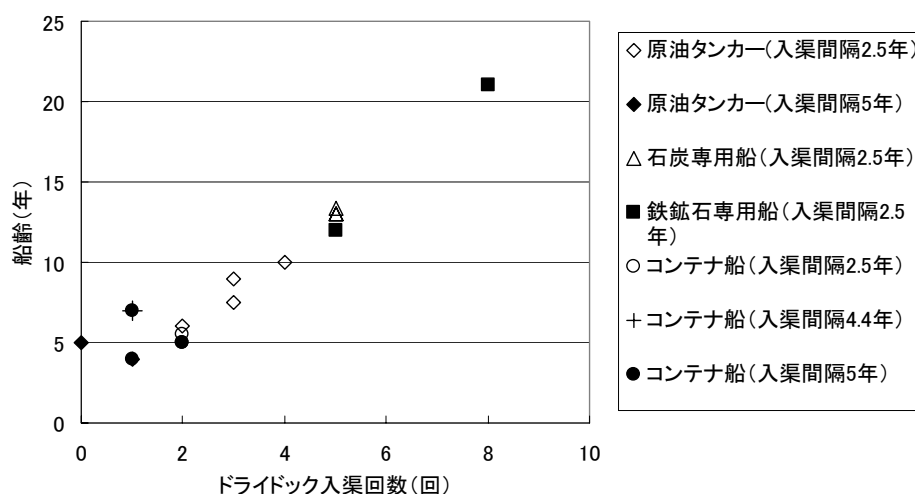


図 1.3-5 船種別入渠間隔別にみた入渠回数と船齢との関係

#### イ) 付着生物の除去 (問 8)

図 1.3-6に示すように、この設問に回答があった船舶すべてが入渠時ごとに船体からの付着生物除去をいずれかの部位で行っている。とりわけ、外板、ビルジキール、シーチェストと、コンテナ船でのスラストトンネルは各船とも毎回付着生物除去を行う部位となっている。

プロペラおよび舵での付着生物除去実施率は低いが、中でもプロペラは後に述べるように通常運航下 (入渠と入渠の間) においてもアンダーウォータークリーニングを行って生物の付着に常に注意を払っている部位であることを考えると、入渠ごとに付着生物を除去している可能性が高い。これらの場所で付着生物除去実施率が低かったのは、これらの部位に関する質問項目がなかったことによるものであると思われる。

盤木が当たるところでは入渠時ごとに除去を行わない場合でも入渠2回に1回の割合で除去を行うケースが多く、これを含めると80%を超える船舶で除去を行っていることになる。

海水冷却系内部配管は20%ほどの船舶が入渠時ごとに付着生物除去を行うが、入渠2回に1回付着生物除去を行う例を含めても、除去を行う船舶は30%ほどである。

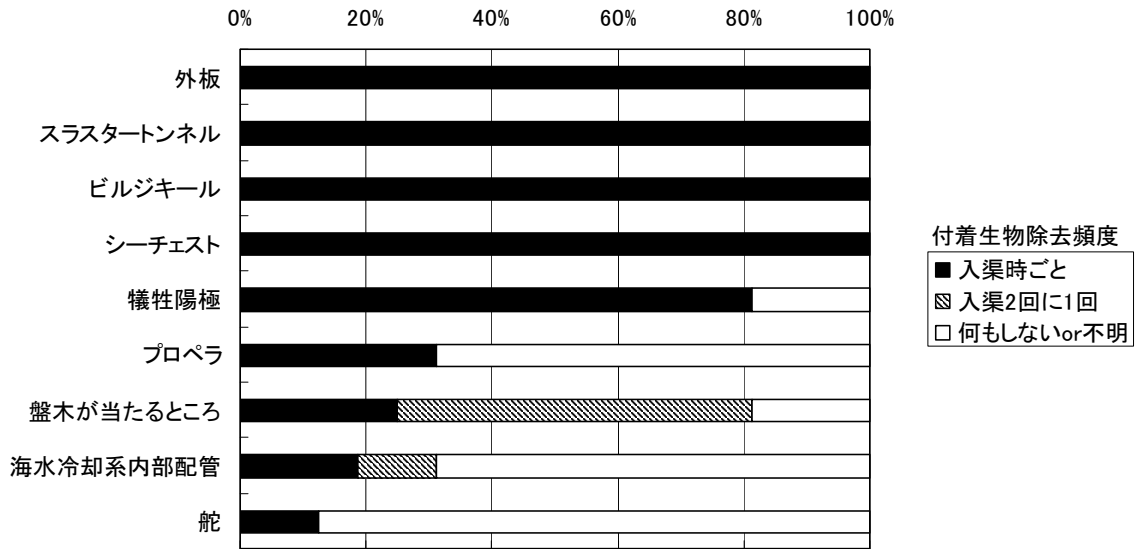


図 1.3-6 船体部位ごとにみた入渠時に行う付着生物除去頻度の割合（各船種合計）

すべての船舶が必ずしも入渠時ごとに付着生物の除去を行わない「盤木が当たるところ」、「犠牲陽極」、「海水冷却系内部配管」の3カ所の付着生物除去状況を船種ごとに整理すると、図 1.3-7 のようになる。

盤木が当たるところでは、入渠時ごとに除去を行う船舶があるのは石炭専用船とコンテナ船であり、前者では半数が、後者でも30%以上が入渠時ごとに除去を行っている。どの船種も入渠2回に1回の割合で除去を行っている船舶があるが、原油タンカーではすべてが、石炭専用船と鉄鉱石専用船では半数がこの頻度で除去を行っている。

犠牲陽極は、原油タンカーとコンテナ船のすべてが入渠時ごとに付着生物の除去を行っているが、石炭専用船と鉄鉱石専用船では半数が入渠時ごとに除去を行うに過ぎない。これらの船舶では半数が入渠時に付着生物除去を行っていない。

海水冷却系内部配管では、原油タンカーの25%、コンテナ船の33%ほどが入渠時ごとに付着生物の除去を行っているが、石炭専用船と鉄鉱石専用船ではまったく除去が行われていない。

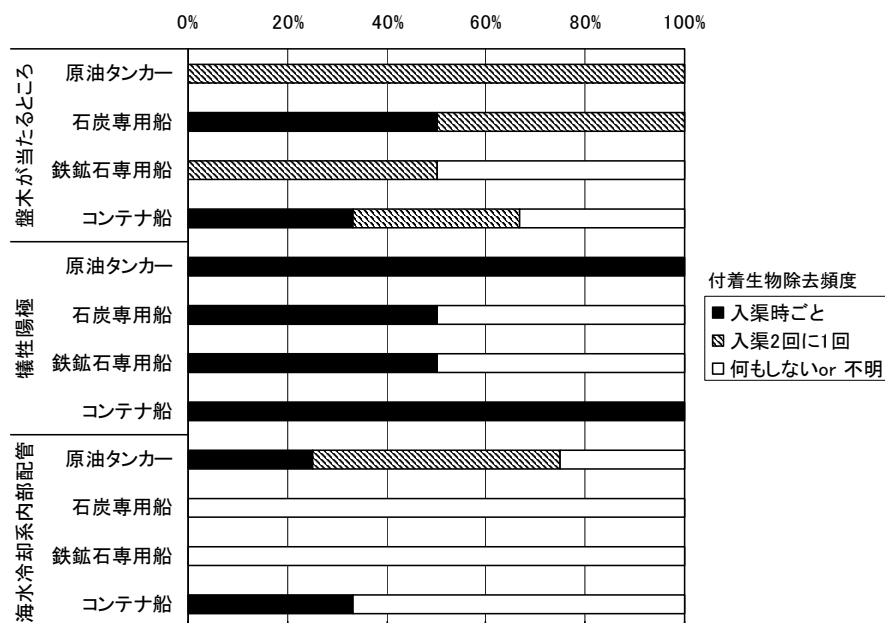


図 1.3-7 船種別にみた3カ所の船体部位（盤木が当たる場所、犠牲陽極および海水冷却系内部配管）別付着生物除去頻度の割合

(4) 入渠時における防汚塗料の塗り替え時、当該船舶に塗布している船底塗料等の船体付着防止技術

ア) 入渠時における防汚塗料の塗り替え頻度（問9）

表 1.3-7に示すように、回答があった17隻のうち、16隻は入渠時ごとに必ず防汚塗料の塗り替えを行っており、かなり特殊な例ではあるが、石炭専用船1隻からは入渠4回に1回の割合で実施するとの回答があった。

表 1.3-7 入渠時における防汚塗料塗り替え作業頻度の船種別隻数

防汚塗料塗り替え作業	原油タンカー	石炭専用船	鉄鉱石専用船	コンテナ船	合計
入渠時ごとに行う	5	3	2	6	16
入渠時ごとに行わない	0	1（入渠4回に1回）	0	0	1

イ) 船体部位による防汚塗料の種類の変更（問10）

船体のどの部位でも同一の塗料を用いている船舶は、全船種を合わせてみると表 1.3-8に示すように10隻、63%を占め、部位ごとに塗布する塗料を塗り替えている船舶の6隻、38%を上回っている。これを船種別にみると、表 1.3-8に示すように船体部位により塗布する塗料を変えている割合が高いのは原油タンカーで75%の船舶が船体部位ごとに使用する塗料を変えている。他の船種をみると鉄鉱石専用船ではこの割合が半々であるが、石炭専用船、コンテナ船は部位ごとに塗布する塗料を

変更しない船舶が多くを占め、とりわけ石炭専用船ではすべてが部位による使用塗料の種類変更を行っていない。

表 1.3-8 船体部位による防汚塗料種類変更の有無とそれぞれの船種別隻数  
( ) は各船種内での割合 (%) )

船体部位による防汚塗料種類の変更	原油タンカー	石炭専用船	鉄鉱石専用船	コンテナ船	合計
どの部位でも同じ防汚塗料を用いる	1 (25)	4 (100)	1 (50)	4 (67)	10 (63)
部位により異なった種類の防汚塗料を用いる	3 (75)	0 (0)	1 (50)	2 (33)	6 (38)

ウ) 船体のどの部位でも同じ防汚塗料を用いる場合使用する防汚塗料の種類 (問 11)

表 1.3-9に示すように、船体部位ごとに塗り替えを行わない場合、船体に塗布する防汚塗料の種類は全部で4種類である。このうち、SEA GRANDPRIX-500 と 1000 はもっぱら石炭専用船に、タカタクオンタムは原油タンカーや鉄鉱石専用船など速度が14~16ktほどの船舶に用いられているのに対し、SEA GRANDPRIX CF-10 は速度が15~16ktの原油タンカーだけではなく、速度が22ktを越える高速のコンテナ船にも用いられている。

表 1.3-9 船体のどの部位でも同じ塗料を用いる場合に使用する塗料の種類と船種別隻数

塗料の種類	原油タンカー	石炭専用船	鉄鉱石専用船	コンテナ船	合計
SEA GRANDPRIX-500		1			1
SEA GRANDPRIX-1000	-	2	-	-	2
SEA GRANDPRIX-CF10	1	-	-	2	3
タカタクオンタム	1	-	1	-	2
KOBE SUPER AF	-	1	-	-	1

## エ) 船体のどの部位でも同じ防汚塗料を用いる場合の防汚塗料選択の理由 (問 12)

船体のどの部位でも同じ防汚塗料を用いる場合の防汚塗料選択の理由については図 1.3-8に示すように、すべての船種を合わせてみると、防汚効果がどの部分でも高いことを理由にあげる割合が最も高く 50%と半数を占めている。それ以外には環境に配慮が 30%、材料費が安い 20%でそれ以外の理由をあげた回答はなかった。

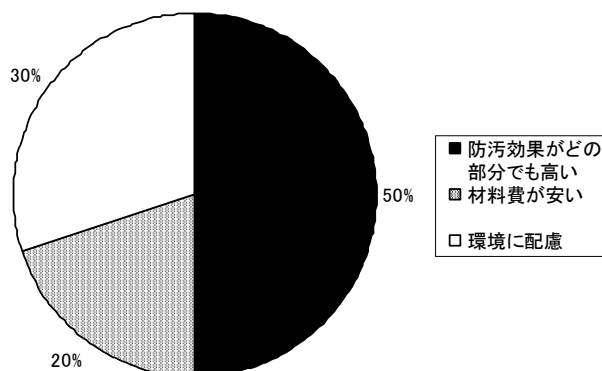


図 1.3-8 船体のどの部位でも同じ防汚塗料を用いる場合の防汚塗料選択の理由 (全船種合計)

## オ) 船体部位ごとに防汚塗料の種類を変えて用いる場合の部位ごとの使用防汚塗料の種類 (問 13)

船体部位ごとに用いる防汚塗料の種類を変えているのは、石炭専用船を除く原油タンカー、鉄鉱石専用船、コンテナ船の 14 隻のうち 6 隻である。表 1.3-10に示すように、いずれの船種の場合も使用する防汚塗料の種類の変更は外板でのみみられ、他の部位であるスラスタートンネル、シーチェストなどで塗料を変更する様子はみられない。外板では、水線部、舷側部および平底部の 3 カ所でそれぞれ別々の塗料を用いる場合が多い。外板の部位によって異なった種類の塗料を用いるのは、水線部は藻類の付着防止と防食のためであり、舷側部では藻類の付着に加えて動物の付着を防ぐ必要があること、平底では藻類の付着は考慮する必要がないことなどによるものと思われる。

船体部位ごとに用いられている塗料の種類は表 1.3-11に示すとおりであるが、複数の船舶に用いられている塗料は ECOLOFLEX SPC 100 と ECOLOFLEX SPC 250 HYB の 2 種であり、他の塗料は船舶ごとに種類が異なっている。

表 1.3-10 船体部位ごとに防汚塗料の変更を行っている船舶の船種別隻数

防汚塗料塗り替え部位	原油タンカー	鉄鉱石専用船	コンテナ船	合計
外板	3	1	2	6
スラスタートンネル	0	0	0	0
ビルジキール	0	0	0	0
シーチェスト	0	0	0	0
舵にある隙間	0	0	0	0
その他	0	0	0	0

表 1.3-11 船体部位ごとに防汚塗料の変更を行う場合の使用塗料の種類と船種別使用部位

塗料の種類	船種 部位	原油タンカー1			原油タンカー2			原油タンカー3			鉄鉱石専用船			コンテナ船1			コンテナ船2			
		BT	VB	FB	BT	VB	FB	BT	VB	FB	BT	VB	FB	BT	VB	FB	BT	VB	FB	
ECOLOFLEX 200										○										
ECOLOFLEX 250 HYB									○											
ECOLOFLEX SPC 100				○										○	○					
ECOLOFLEX SPC 250 HYB		○	○			○														
SEA GRANDPRIX-1000																				○
SEA GRANDPRIX-500																				○
クオンタムプラス						○														
シーフォース 30							○						○							
タカタクオンタム													○							

注) 表中の○は塗料を使用していることを表す。

略号の意味は以下のとおり

BT: Boot-top (水線部)

VB: Vertical Bottom (舷側部)

FB: Flat Bottom (平底部)

#### カ) 船体部位ごとに防汚塗料の種類を変えて用いる理由 (問 14)

船体部位ごとに防汚塗料の種類を変更している6隻の船舶を対象にその理由を整理すると、図 1.3-9に示すように「材料費が安い」ことを理由にあげる船舶が多い。これに次ぐ理由は「防汚効果が高い」で、「環境に配慮する」ことや「運航形態」を理由としてあげた船舶はない。また、「その他」は会社指定という理由である。

材料費が安いことを理由としてあげたのは調査対象船舶の中では大型の原油タンカーと鉄鉱石専用船であり、外板の塗布面積の大きさが安価な塗料を選択する理由になったものと思われる。



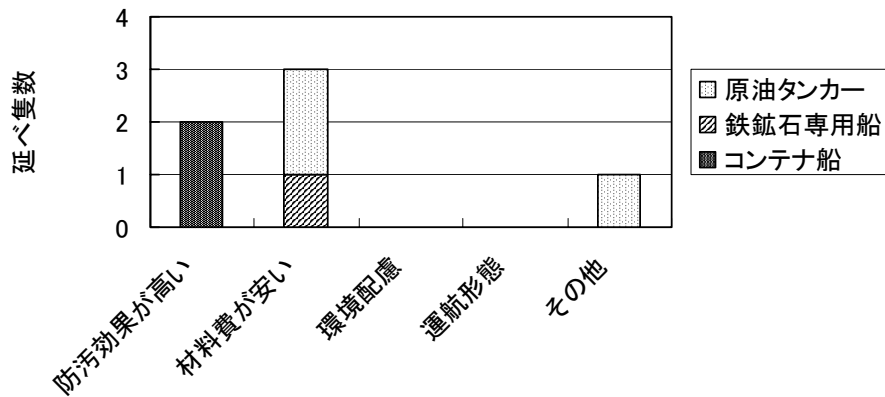


図 1.3-9 船体部位による防汚塗料変更理由と船種別延べ隻数

#### キ) 塗装塗り替え作業に要する総費用 (問 15)

塗装塗り替え作業に要する総費用は表 1.3-12に示すように、平均値で見ると船種ごとに差があり、この差はコンテナ船を除くと船底面積に比例して大きくなる傾向を示す。一方で船底面積が同じくらいである同一の船種同士でも総費用には大きな差があって、船底面積の差以外にも総費用に影響する要素があることが示唆された。そこで、塗装塗り替え作業総費用に影響を及ぼす要素を検討するため、会社別船種別に塗装塗り替え作業に要する総費用を1㎡あたりの単価で比較した。図 1.3-10にみるように、どの船種を取っても船会社がドックに支払う塗装塗り替え作業に要する費用単価は会社間で違いがあり、概してA社が支払う単価が高く、B社のそれは低くなる傾向があった。また、図の船種別に示した領域で比較すると、コンテナ船の単価が他の船種に比べて高い傾向があった。これらのことからみると、表 1.3-12に現れた船種間の総費用平均値の差は船種間にある船底面積と単価の違いによって生じたものであり、同一船種内の総費用の差は船会社がドックに支払う単価の違いによって生じたものであると言える。

表 1.3-12 船種別にみた塗装塗り替え作業に要する総費用と船底面積の最大値、最小値および平均値

(塗装塗り替え作業に要する費用) (単位：千円)			
船種	最大値	最小値	平均値
原油タンカー	80、000	40、000	60、000
石炭専用船	30、000	9、000	16、000
鉄鉱石専用船	60、000	30、000	45、000
コンテナ船	80、000	25、500	55、167

(船底面積) (単位：㎡)			
船種	最大値	最小値	平均値
原油タンカー	20、245	19、561	20、060
石炭専用船	10、301	9、074	9、632
鉄鉱石専用船	16、308	13、565	14、937
コンテナ船	12、342	9、789	11、204

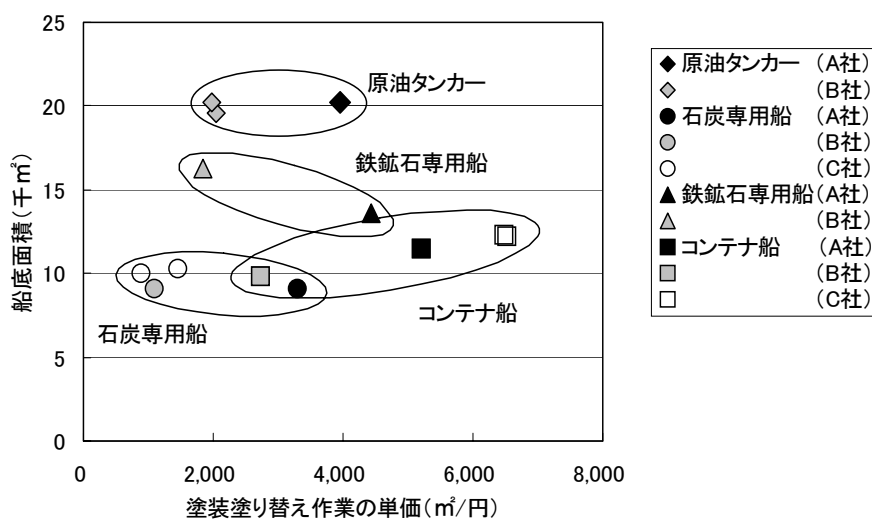


図 1.3-10 塗装塗り替え作業に要する費用の船種別会社別  
単位面積 (㎡) 当たりの費用と船底面積の関係

(5) 当該船舶で採用している防汚塗料以外の船体付着防止技術について対象

ア) 防汚塗料以外の船体付着防止技術 (問 16)

防汚塗料以外の船体付着防止技術については、表 1.3-13に示すように 2 隻のコンテナ船を除き、すべての船舶で何らかの防止技術を採用している。

表 1.3-13 防汚塗料以外の船体付着防止技術採用の有無（数字は隻数）

防汚塗料以外の船体付着防止技術	原油タンカー	石炭専用船	鉄鉱石専用船	コンテナ船	合計
採用している	6	4	2	4	16
採用していない	0	0	0	2	2

イ) 防汚塗料以外に採用されている船体部位ごとの船体付着防止技術（問 17）

船体の中で生物付着が激しいとされるシーチェスト、スラスタートンネル、盤木が当たるところ、犠牲陽極、海水冷却系内部配管の5つの部位で採用されている防汚塗料以外の船体付着防止技術について船種ごとに採用状況について整理すると表 1.3-14 のようになる。

船体付着防止技術を採用していると回答があった隻数を全調査対象隻数に占める割合で表すと、多くの船体部位で半数以上の船舶が何らかの船体付着防止技術を採用していることがわかる。中でもシーチェストと海水冷却内部配管での採用率が高く、9割に迫る高率となっている。

表 1.3-14 船種別にみた船体付着防止技術の船体部位別採用隻数

防汚塗料以外の船体付着防止技術採用部位	原油タンカー (対象隻数: 6)	石炭専用船 (対象隻数: 4)	鉄鉱石専用船 (対象隻数: 2)	コンテナ船 (対象隻数: 6)	合計
シーチェスト	6(100.0)	4(100.0)	2(100.0)	4(66.7)	16(88.9)
スラスタートンネル	—	—	—	4(66.7)	4(66.7)
盤木が当たるところ	6(100.0)	2(50.0)	1(50.0)	4(66.7)	13(72.2)
犠牲陽極	5(83.3)	1(25.0)	1(50.0)	4(66.7)	11(61.1)
海水冷却内部配管	6(100.0)	4(100.0)	2(100.0)	4(66.7)	16(88.9)

注) ( ) は調査対象隻数（表内では対象隻数と表記）に対する割合(%)

実際に採用されている船体付着防止技術を船体部位ごとに整理すると以下のようになる。

・ シーチェスト

図 1.3-11 に示すように、防汚塗料以外の船体付着防止技術を採用している 16 隻の船舶すべてがシーチェスト内やグレーチングに何らかの技術を採用しているが、最も多く採用されているのはシーチェスト内への電解液の注入(正しくはシーチェストに開口している海水冷却系内部配管への電解液注入になる)であり、この技術は 16 隻すべての船舶で採用されている。これに次いで多く採用されているのはシ

ーチェスト内へのスチーム射出で7隻が採用し、シーチェスト壁面の角部に丸みを付けて防汚塗料の剥離を防ぎその効果を持続する技術は6隻が採用している。また、グレーチングに丁番を付けて水中で開閉してシーチェスト内の付着生物を除去する技術も6隻で採用されている。

グレーチングバーに丸みを付けて生物の付着を防止する技術を採用した船舶はなく、グレーチングへの付着対策はとられていない。

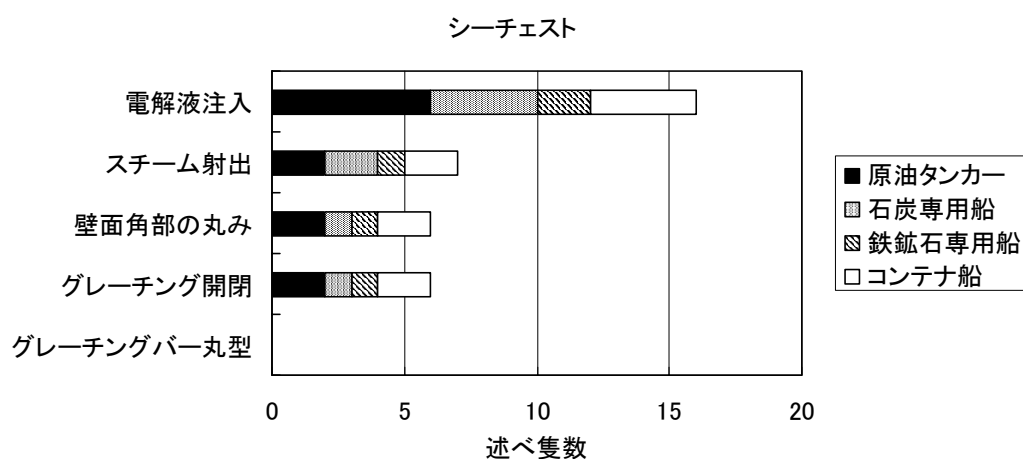


図 1.3-11シーチェストで採用されている船体付着防止技術とそれを採用している船種別延べ隻数

また、これらの技術の併用については図 1.3-12に示すように、電解液注入を単独で行い、他の技術との併用がみられない船舶が全体の56%を占め最も多く、電解液注入、スチーム射出、角部の丸み付け、グレーチング開閉の4つの技術をすべて併用している船舶は38%、電解液注入とスチーム射出の2つの技術を併用する船舶が6%となっている。

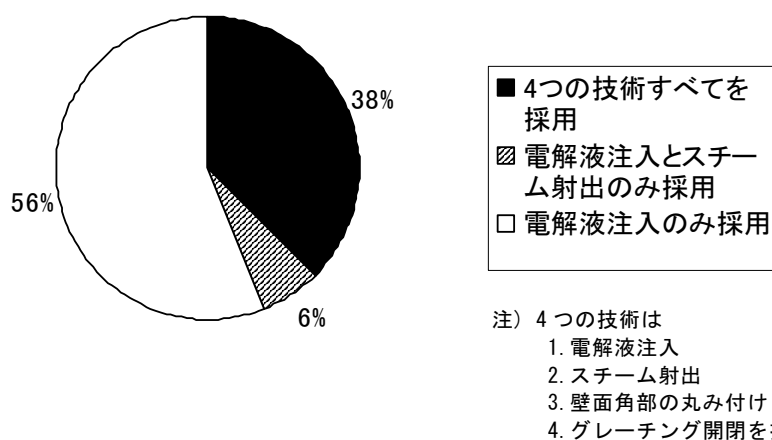


図 1.3-12 シーチェストで採用されている4つの船体付着防止技術の併用状況(全船種合計)

・スラスタートンネル

スラスタートンネルを装備しているコンテナ船6隻のうち4隻がトンネル入り口部で面取りを行い、防汚塗料の剥離を防いで船体付着防止を図っている（表 1.3-15参照）。

・盤木が当たるところ

2隻の石炭専用船とコンテナ船、1隻の鉄鉱石専用船を除く13隻の船舶が入渠のたびに船底に盤木が当たる場所を変え、防汚塗料の塗布が十分に行われる対策を行っている（表 1.3-15参照）。

・海水冷却系内部配管

16隻すべての船舶で海水冷却系内部配管内への電解液の注入を行い、生物付着を防止している（表 1.3-15参照）。

表 1.3-15 船種ごとにみた船体付着防止技術の採用状況（数字は各技術の採用隻数）

部位と 防止技術 船舶の種類	スラスタートンネル	盤木が当たるところ	海水冷却系内部配管
	トンネル入り口の角部の 面取りをしている	入渠のたびに盤木が当た るところを変えている	電解液の注入を行っている
原油タンカー	—	6	6
石炭専用船	—	2	4
鉄鉱石専用船	—	1	2
コンテナ船	4	4	4
合 計	4	13	16

・犠牲陽極（サクリフィシアルアノード）

表 1.3-16に示すように、犠牲陽極を船体と同一平面になるように設置している船舶はなく、犠牲陽極と外板の間に詰め物をして隙間を埋め、そこへの生物付着を防ぐ方法をとる船舶が16隻中11隻を占めている。

表 1.3-16 船種ごとにみた犠牲陽極とその周辺部への船体付着防止技術の採用状況

(数字は各技術の採用隻数)

	犠牲陽極を外板と同一平面になるよう設置している	犠牲陽極と外板の間に詰め物をして隙間を埋めている
原油タンカー	0	5
石炭専用船	0	1
鉄鉱石専用船	0	1
コンテナ船	0	4
合 計	0	11

(6) 運航下（入渠と入渠の間）で行う船体付着生物除去技術

ア) 通常運航下での船体生物付着除去（問 18）

通常運航下、船体付着生物除去を行っている船舶と行っていない船舶は、表 1.3-17に示すようにそれぞれ 9 隻ずつである。船種別にみると船体付着生物除去を行っている隻数が行っていない隻数を上回るのは石炭専用船で、その逆に船体付着生物除去を行わない隻数が行っている隻数を上回るのはコンテナ船である。石炭専用船で船体付着生物除去を行う隻数がそれを行わない隻数を上回るのは、すでに「年間停泊日数」でみたように積荷時に長い沖待ちがあり、これによって引き起こされる船体汚損が原因と考えられる。

コンテナ船で運航下に船体付着生物除去を行うことが少ないのは、コンテナ船の沖待ちを含めた停泊日数の短さ（図 1.3-2参照）が付着生物の付着機会を減少させ、さらには船速の速さ（図 1.3-1参照）が付着した種の定着を妨げることなどによるものと思われる。

表 1.3-17 船種別にみた通常運航下での船体付着生物除去状況（数字は隻数）

通常運航下の付着生物除去	原油タンカー	石炭専用船	鉄鉱石専用船	コンテナ船	合 計
行っている	3	3	1	2	9
行っていない	3	1	1	4	9

注) アンケートで通常運航下の付着生物除去を行わないと答えた船舶の中で、その後の質問でアンダーウォータークリーニングを行っていると答えた船舶は、通常運航下の付着生物除去を行っている範囲に含めた。

イ) アンダーウォータークリーニングの時期（問 19、20、21）

表 1.3-18に示すように、アンダーウォータークリーニングを実施している船舶 9 隻のうち、定期的に行う船舶が 3 隻、不定期に行う船舶が 6 隻で、不定期に行う船舶の方が多い。

船種別にはコンテナ船を除きどの船種でも不定期に実施する船舶の隻数が定期的に行う船舶の隻数を上回っている。

定期的に行うアンダーウォータークリーニングを実施する場合の頻度は、原油タンカ

一年で年2回行う場合があるが、コンテナ船では年1回である。

表 1.3-18 船種別にみたアンダーウォータークリーニング実施状況（数字は隻数）

UWC の実施	原油タンカー	石炭専用船	鉄鉱石専用船	コンテナ船	合 計
定期的に行う	1 (2回/年)	0	0	2 (1回/年)	3
不定期に行う	2	3	1	0	6

注) 1. ( ) 内はアンダーウォータークリーニングの頻度

2. UWC : アンダーウォータークリーニング

不定期にアンダーウォータークリーニングを行う場合の実施時期の決め方は、原油タンカー2隻が「速力低下と機関の熱負荷\*により判断」と答えた他は、石炭専用船、鉄鉱石運搬船のどれもが「船舶の速力低下により判断」との回答であった。

前回アンダーウォータークリーニングを実施した出渠後の時期については、表 1.3-19に示すように4件の回答があり、原油タンカー2隻の実施時期はいずれも出渠18ヶ月後、石炭専用船の実施時期は船舶により出渠6ヶ月後と18ヶ月後となっている。出渠6ヶ月後にアンダーウォータークリーニングを行ったケースは、オーストラリア東岸の港での長期沖待ちが影響しているものと思われる。

\*機関の熱負荷: 船体外板やプロペラなどが汚損すると、より多くの燃料を消費することになる。それに伴い、同じプロペラ回転数であっても機関の出力が過大になり、熱負荷が増大して機関損傷の原因となる。そこで汚損を除去して機関の熱負荷を下げる必要がある。

表 1.3-19 船種別にみた出渠後のアンダーウォータークリーニング実施状況

	原油タンカー1	原油タンカー2	石炭専用船1	石炭専用船2
UWC の実施は出渠後	18ヶ月	18ヶ月	6ヶ月	18ヶ月

注) UWC : アンダーウォータークリーニング

#### ウ) アンダーウォータークリーニングの実施場所（問 22、24）

表 1.3-20に示すように、回答があった5隻の船舶のアンダーウォータークリーニング実施場所が日本国外であったのは2隻でいずれも原油タンカーである。日本国内で実施したのは3隻で内訳は原油タンカー1隻、石炭専用船2隻である。

アンダーウォータークリーニングを実施した日本国外での港はいずれもアラブ首長国連邦のFujairahで、日本国内の港は原油タンカーが鹿児島県の喜入、石炭専用船は福島県の相馬と石川県の七尾である。ただし、喜入港でのアンダーウォータークリーニングはプロペラポリッシングだけを行っている。

港内でのアンダーウォータークリーニング実施場所は、アラブ首長国連邦では港外であるが、日本国内ではそれぞれの港の荷役岸壁またはシーバースで接岸中に行

っている。

表 1.3-20 船種別にみたアンダーウォータークリーニングの実施場所

	原油タンカー1	原油タンカー2	原油タンカー3	石炭専用船1	石炭専用船2
実施国	UAE	UAE	日本	日本	日本
実施港	Fujairah	Fujairah	喜入	相馬	七尾
港内実施場所	港外	港外	荷役岸壁（またはシーバース）	荷役岸壁（またはシーバース）	荷役岸壁（またはシーバース）

注) UAE：アラブ首長国連邦

### エ) 選択した港でアンダーウォータークリーニングを行う理由（問 23）

図 1.3-13に示すように、ウ) で選択した港でアンダーウォータークリーニングを行う理由として、「サービスを行う業者がいる」と「アンダーウォータークリーニングを実施することに対する規制を受けない」をあげた船舶が多い。「サービスを行う業者がいる」ことを理由としてあげた船舶には日本国外で実施している船舶も日本国内で実施している船舶も含まれており、国内外を問わずサービス業者の存在はアンダーウォータークリーニングを実施するうえでひとつの重要な要素になっている。

一方で、「バンカリングの時間を利用できる」と「費用が安い」を理由としてあげた船舶は、日本国外で実施する船舶に限られている。

また、船種別に理由をみると、日本国外で実施している2隻の原油タンカーの場合は「サービスを行う業者がいる」、「バンカリングの時間を利用できる」、「アンダーウォータークリーニングを実施することに対する規制を受けない」および「費用が安い」の4つを理由にあげている。

同じ原油タンカーでも国内でアンダーウォータークリーニングを実施している船舶の場合は、「サービスを行う業者がいる」だけを理由としてあげている。実施国が不明の石炭専用船の場合は「アンダーウォータークリーニングを実施することに対する規制を受けない」を理由にあげている。



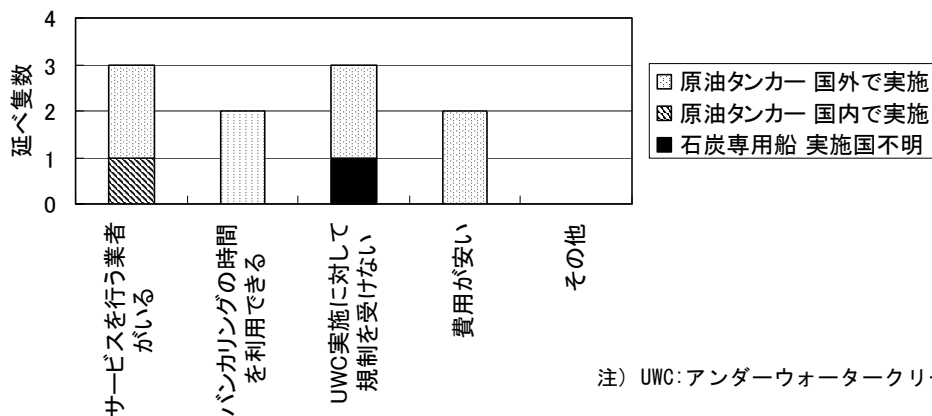


図 1.3-13 アンダーウォータークリーニングを実施する理由別にみた船種別、実施国別延べ隻数

オ) アンダーウォータークリーニングを実施する船体部位 (問 25)

図 1.3-14に示すように、アンダーウォータークリーニングを実施する船体部位はプロペラが最も多く、アンダーウォータークリーニングを実施するすべての船舶がこの部分のクリーニングを行っている。この部位に次いでクリーニングが良く行われているのは外板全体で、7隻の船舶がこの部位のクリーニングを行っている。この他の部位では舵のクリーニングを行った船舶は4隻、シーチェストグレーチング、海水注入排出口、スターンフレームのクリーニングを行ったのはそれぞれの部位ごとに1隻ずつである。スラスタートンネル、ビルジキール、ロープガード、盤木が当たるところは回答があった9隻のどれもがクリーニングを行っていない。

船種別にアンダーウォータークリーニングの実施部位をみると、最も多くの部位でアンダーウォータークリーニングを実施しているのは石炭専用船であり、12カ所の質問部位のうち6カ所でクリーニングを行っている。その他の船種ではクリーニング部位は1~3カ所で石炭専用船と比べるとクリーニング部位の数は少ない。石炭専用船でクリーニング部位が多いのは、停泊期間の長さが関係するものと思われる。

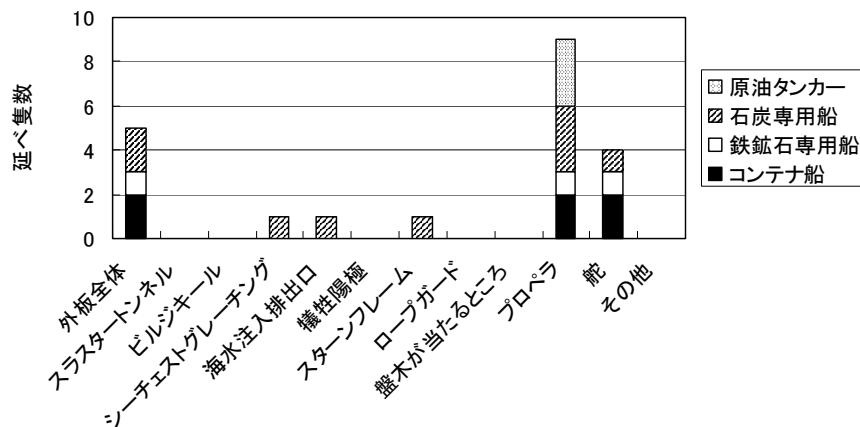


図 1.3-14 アンダーウォータークリーニング実施部位別にみた船種別延べ隻数

カ) プロペラポリッシングの実施 (問 26)

図 1.3-15に示すように、「プロペラポリッシング単独」か、船体の汚損程度によって船体の他の部位のクリーニングも同時に行う、3のケースを選択する船舶が4隻で最も多くを占める。この他ではプロペラポリッシングを単独で行う船舶が3隻、他の部位のクリーニングと同時に行う船舶が2隻となっている。

プロペラポリッシングを単独で行うのは原油タンカーだけであり、石炭専用船と鉄鉱石専用船の各1隻はプロペラポリッシングと他の船体部位クリーニングを同時に行っている。船体の汚損程度によってプロペラポリッシング単独か、船体の他の部位のクリーニングを同時に行うかを選択する場合は、石炭専用船とコンテナ船である。

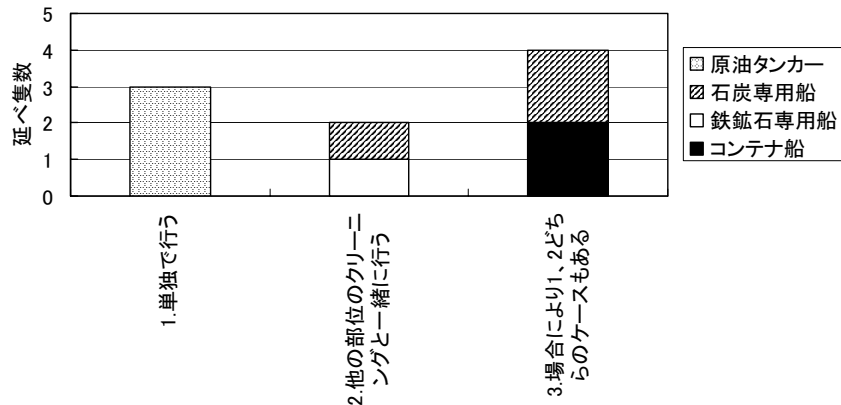


図 1.3-15 プロペラポリッシング実施時における他の部位クリーニング実施の有無とそれらの船種別延べ隻数

キ) アンダーウォータークリーニングで発生した除去物の処理 (問 27)

アンダーウォータークリーニングで発生した除去物の処理については、表 1.3-21に示すように清掃業者に処理を任せている場合が多い。船種別では石炭専用船で「陸揚げする」船舶が「清掃業者に任せる」船舶よりわずかにも多くなっているが、他の船種では、すべて清掃業者に任せる形になっている。

表 1.3-21 船種別にみたアンダーウォータークリーニングで発生した除去物の処理方法 (数字は隻数)

UWCで発生した除去物の処理	原油タンカー	石炭専用船	鉄鉱石専用船	コンテナ船	合計
陸揚げしている	0	2	0	0	2
清掃業者に任せる	3	1	1	2	7

注) UWC: アンダーウォータークリーニング

ク) アンダーウォータークリーニングを行う総費用 (問 28)

アンダーウォータークリーニングを実施している 9 隻の中から回答があった 5 隻について総費用を示すと、表 1.3-22 のようになる。

日本国外でアンダーウォータークリーニングを行っている原油タンカーでは、プロペラポリッシングに限っていることもあるがクリーニングの総費用は 500 千円ほどである。これに対して他の船舶の総費用は、クリーニングを行う船体部位が多いこともあるが 3、000 千円ほどであり、原油タンカーとの間には総費用で 6 倍の開きがある。

表 1.3-22 船種別実施場所別にみたアンダーウォータークリーニングに掛かる総費用

	原油タンカー1	原油タンカー2	石炭専用船	コンテナ船 1	コンテナ船 2
実施場所	国外	国外	不明	不明	不明
総費用 (千円)	500	500	3、000	3、000	3、000

## 2 防汚塗料による環境影響に関する検討

この章では、生物の船体付着防止技術の最も重要な役割を果たしている防汚塗料に含まれた化学物質(以下防汚物質と呼ぶ)によって、海洋環境にどの程度の影響があるか、生態系への毒性影響を中心にして評価を行った。

対象とする防汚物質としては、社団法人 日本塗料工業会自主管理登録品(2008年3月24日現在)のシリコン系塗料を除く船底塗料386製品において有効成分として申請されている物質を抜き出した(表 2.1-1 参照)。そして、これらの防汚効果を担保している成分(防汚物質)と思われる17物質について、水生生物に対する生態毒性に基づいて海洋環境への影響(海洋生態系への毒性影響)を図 2.1-1のフローに従い検討した。

### ① 防汚物質の予測無影響濃度(PNEC)の推定

各防汚物質の水生生物に対する毒性値を国際的なデータベース、リスク評価書、報告書、学術論文等から収集し、生物種(淡水種/海水種)及び毒性区分(急性/慢性)に整理した。得られた毒性値の最小値に毒性データの充実度に応じて欧州の生物殺傷性製品指令等に関する技術指針書のアセスメント係数を適用して予測無影響濃度(PNEC)を算出した(表 2.1-4)。なお、調査対象の17物質にPBT基準(残留性、生物蓄積性および毒性を考慮した有害性スクリーニングのための指標)に該当するものはなかった。

### ② 防汚物質の予測環境濃度(PEC)の推定

各防汚物質のPECは、横浜港及びロッテルダム港を対象港湾として推定した。(1)防汚物質の物理化学的性質、(2)環境中運命(分解性)及び(3)塗装面からの溶出速度等、対象港湾への入港船舶隻数、環境(水理、水質、地理等)等からなる排出シナリオの三つについて、データベース、リスク評価書、製品安全データシート(MSDS)、行政資料、学術論文等から収集整理を行った。これらのうち、ワーストケースを想定した条件(全船舶が当該物質を使用する塗料を塗装、防汚物質の溶出速度は既存データの最大値、その環境中での分解速度は既存データの最小値)で、最新のMAM-PECモデル(ver 2.0)を用いてPECを計算した(表 2.1-6)。

### ③ 防汚物質の環境影響の解析および整理

各防汚物質(毒性データが得られなかったDensil S-100を除く16物質)について、横浜港及びロッテルダム港でのPEC/PNEC比(表 2.2-1)に基づいて環境への影響を解析した。無機金属化合物の亜酸化銅およびチオシアン酸第一銅は、既存文献において水生生物に対する毒性が塗装から海水に溶解する際に生成される銅イオンであるとされていることから、銅イオンを含む溶存態銅濃度でのPEC/PNEC比に基づいて解析した。

各防汚物質のPECはワーストケースを想定したものであることから、塗料製品での使用割合(表 2.1-2)から推察される各防汚物質の現実的な使用状況等も勘案してその環境への影響を解析し、以下のとおり総合的な付着生物管理システムの構築において留意や検討が必要と考えられることを整理した。

- ・ 横浜港及びロッテルダム港の両港ともPEC/PNEC比が小さかった3物質(チオシアン酸第一銅、IT354、ブチルチラム)については、現在の使用状況において環境に影響を及ぼす懸念はないと考えられる。また、メチルチラム、ジラム、トリフルアニド、ジクロフルアニド、クロロタニル、ジネブ、亜鉛ピリチオン、銅ピリチオン及びSea-nine 211の9物質については、塗料製品の現実的な使用状況を勘案したPEC/PNEC比は小さくと推察され、環境に影響を及ぼしている可能性は低いと考えられる。
- ・ PK(ピリジン-トリフェニルボラン)は、現実的な使用状況を勘案したPEC/PNEC比も環境への影響が低いとは言えないレベルにあるが、PEC/PNEC比が大きくなった一因として、毒性データが少なくアセスメント係数1000が適用され、PNECが過小(毒

性が過大)に設定されたことが考えられる。PK は、日本の塗料製品で使用割合が比較的高く、今後の継続的な使用を勘案すると、毒性データの充実を図り、より正確な PEC/PNEC 比に基づく評価が必要と考えられる。

- ・ ジウロンは、日本及び豪州での塗料製品で使用割合が比較的高く、毒性データも充実していることから、現実的な使用状況において環境に影響を及ぼす懸念が低いとは言えないと考えられる。また、イルガロールは、塗料製品での使用割合は比較的低いが PEC/PNEC 比が他の物質に比べて大きく、現実的な使用状況において環境に影響が懸念される。今後の両物質の使用については、諸外国の対応等にも留意して環境影響と防汚効果の両面から検討することが必要と考えられる。
- ・ 亜酸化銅は、日本及び諸外国とも塗料製品での使用割合が非常に高く、現実的な使用状況において環境への影響が低いとは言えないと考えられる。銅及び亜酸化銅を含む銅化合物については、欧州において詳細なリスク評価書が作成され、また、銅に関して海域での水質基準を設定している国もあることから、特に国際的な動向や諸外国の対応等に留意して、港湾環境への陸上起源の銅の負荷量等も考慮して検討することが必要と考えられる。

## 2.1 防汚物質の環境影響に関わるデータの整理及び解析

第1章でみてきた防汚技術のうち、船舶外板などの塗装に主に使用される防汚塗料は、それに含まれる防汚物質により、初期の微生物膜形成を抑制することを目的に使用される。このような抑制効果のため、膜周辺においては微生物群の成長を阻害する程度の毒性を保持している。つまり、海洋に溶出した防汚物質は、それが加水・UV分解などにより完全に分解されるまでその毒性を保持し、航路あるいは港湾周辺の生態系に対して何らかの非意図的な影響を及ぼしている可能性が高い。そこで本節では、現在使用されている防汚物質によって海洋環境にどの程度の影響があるか、生態系への毒性影響を中心にして評価するためのデータの整理及び解析を行った。

船底防汚塗料の海洋生態系に対する環境影響を評価するため、社団法人 日本塗料工業会自主管理登録品(2008年3月24日現在)に掲載されているシリコン系塗料を除く船底防汚塗料 386 製品において申請されている有効成分を抜き出した。これらの防汚効果を担保していると思われる 17 種類の成分(以下、防汚物質)を対象として、図 2.1-1に示すフローに基づく海洋環境への影響(船底塗装から環境中に放出されたのちに生じる水生生物に対する毒性影響)の評価に資するため、以下に示す各種データを収集及び整理した。調査対象とした防汚物質を表 2.1-1に、また社団法人日本塗料工業会自主管理登録品及び海外で登録されている船底塗料での防汚物質の使用製品割合を表 2.1-2に示す。社団法人日本塗料工業会自主管理登録品では、1種類のみ防汚物質を使用する製品から最多で 4 種類の防汚物質を使用する製品が存在する(資料編1 参考資料1)。

### 2.1.1 PBT 基準に関するデータの収集及び整理

調査対象とした 17 種類の防汚物質及び有機スズ化合物(トリブチルスズ及びその分解物であるジブチルスズ、モノブチルスズ)について、化学物質の有害性に関する定性的指標である PBT 基準に関する既存データを収集及び整理した。PBT 基準は、難分解性(Persistence)、生物蓄積性(Bioaccumulation)及び毒性(Toxicity)に関する基準であり、この3つの基準を越える物質は PBT 物質として評価される。

各防汚物質の PBT に関するデータは、国際的な生態毒性等に関するデータベースである米国環境保護庁(U.S. Environmental Protection Agency)の ECOTOX Database、欧州での化学物質管理を支援するために作成された既存化学物質に関するデータベースの International Uniform Chemical Information Database (IUCLID)、諸外国の政府機関や国際機関(世界保健機構(WHO)、欧州連合(EU)等)による防汚物質に関するリスク評価書、化学物質の製品安全データシート(MSDS)等から収集した。なお、生物蓄積性及び毒性については、水生生物に関するデータのみを対象に収集した。また、収集するデータは実際の試験に基づく測定値を対象とし、定量構造活性相関(QSAR)等に基づく推定値は採用しなかった。

収集した PBT 基準に関する各種データは、欧州の生物殺傷性製品指令等に関する技術指針書(European Commission 2003)に則して整理した(表 2.1-2)。

## 2.1.2 予測無影響濃度(PNEC)の算出に用いる毒性データの収集及び整理

調査対象とした防汚物質及び有機スズ化合物(トリブチルスズ及び分解物のジブチルスズ、モノブチルスズ)について、PNECの算出に用いるための毒性に関する既存データを収集整理した。各防汚物質の毒性データは、水生生物に対する生態毒性のみを対象として、ECOTOX Database、International Uniform Chemical Information Database(IUCLID)、諸外国の政府機関や国際機関による防汚塗料や防汚物質に関するリスク評価書および学術論文等から収集した。その結果、調査対象17物質のうち、Densil S-100を除く16物質について、少なくとも1つ以上の毒性データが得られた。収集した毒性データについては、毒性試験に使用した生物種や試験期間が不明なデータを除外し、以下の考え方に基づいて、急性毒性と慢性毒性値、淡水及び海産の生物群ごとに整理した(資料編1 参考資料2)。

なお、調査対象とした防汚物質のうち、亜酸化銅とチオシアン酸第一銅については溶存態銅濃度に基づいて環境への影響評価を行うこととしたが(2.1.3及び2.2節を参照)、銅及び亜酸化銅を含む銅化合物については、欧州連合(European Union)によって詳細なRisk Assessment Report(European Union 2008)が作成され、その中で海域の水生生物に対する溶存態銅のPNECが設定されている。そのため銅のPNECについては、本調査において独自に毒性データを収集して算出せずに、上記のRisk Assessment Reportで設定されたPNECを環境影響の評価に用いた。また、本調査では、調査対象とした防汚物質に含まれる亜鉛についても環境への影響を検討したが(2.2節参照)、オランダの政府機関であるRIVM(National Institute for Public Health and the Environment, the Netherlands)が設定した溶存態亜鉛のPNECを影響の評価に用いた。

### (1) 急性毒性値と慢性毒性値の区分

#### 急性毒性

試験期間 ≤ 14日間の毒性試験から得られたLC50(半数致死濃度)またはEC50(半数影響濃度)を急性毒性値とした。EC50については、甲殻類の遊泳阻害や藻類の生長阻害などエンドポイントが致死相当のもののみを採用した。

#### 慢性毒性

試験期間 >14日間の毒性試験から得られた成長(生長)、繁殖(産卵数やふ化率等)、胚体や幼生期の発達(奇形発生も含む)をエンドポイントとするNOEC(最大無影響濃度)を慢性毒性値とした。ただし、試験期間が≤ 14日間でも、胚体や幼生期の発達など試験期間が試験生物に依存するものは採用した。また、試験期間 >14日間でのLOEC(最小影響濃度)について、毒性値が他の生物種のNOECより小さい場合には採用した。エンドポイントがインビトロ試験や細胞レベルでの蛋白濃度の変化など一般に有害性指標とされていないものは採用しなかった。

## (2) 淡水及び海産の生物群による区分

毒性試験に用いられた生物種を淡水産の生物種及び海産の生物種に分類し、それぞれについて藻類、甲殻類、魚類、軟体類(貝類)、棘皮動物、原索動物、環形動物等の生物群に区分した。さらに各区分での最小毒性値を抽出した(資料編 1 参考資料 3)。

## (3) 最小毒性値の抽出

上記により整理した急性毒性又は慢性毒性の淡水産又は海産の生物群の各区分での最小毒性値を抽出した(資料編 1 参考資料 3)。

### 2.1.3 防汚物質の予測無影響濃度(PNEC)の算出

各防汚物質の予測無影響濃度(PNEC)は、上記により抽出した各区分の最小毒性値のうち最小の毒性値をアセスメント係数で除すことにより算出した(表 2.1-4)。

化学物質の水生生物に対する急性又は慢性毒性値から PNEC を推定する際に用いられる安全係数である国際的に幾つか存在するが、本調査では、EU/EC の生物殺傷性製品指令等に関する技術指針書で設定している海域の水相の PNEC 算出に適用されるアセスメント係数を採用した。具体的には、毒性値が得られた生物群数や慢性毒性値の有無など化学物質に関する毒性データの充実度に応じて 10~10000 のアセスメント係数が適用される(資料編 1 参考資料 7)。

調査対象とした防汚物質のうち、無機銅化合物である亜酸化銅については、既存文献において、船底塗装の水生生物に対する毒性(防汚効果)は亜酸化銅が塗装から海水中に溶解する過程で生成される銅イオン( $\text{CuCl}_2^{1-}$ )であるとされ(Vetere et al, 1997)、また銅及び銅化合物に関する Risk Assessment Report (European Union 2008)では、亜酸化銅を含む無機銅化合物に関して水生生物に対する影響を銅イオンを含む溶存態銅濃度に基づいて評価している。したがって、本調査では、亜酸化銅の環境への影響評価を溶存態銅濃度に基づいて行うこととした。また、同じく無機銅化合物であるチオシアン酸第一銅についても、水生生物(フジツボの幼生)に対する(致死的)効果は塗装からの溶解過程で生成される銅イオンの作用によるものであり、チオシアン酸イオンは作用していないとされている(Vetere et al. 1997)。チオシアン酸カリウムとチオシアン酸ナトリウムの毒性データを ECOTOX Database から収集して、同じ生物種に対する毒性値をチオシアン酸第一銅と比較したところ、チオシアン酸イオンを含む両化合物の毒性は、チオシアン酸第一銅の 1/140~1/9000 と小さく、この結果からもチオシアン酸第一銅の毒性が主に銅(イオン)の毒性によるものであることが支持された。したがって、本調査では、チオシアン酸第一銅についても、溶存態銅濃度に基づいて環境への影響評価を行うこととした。

欧州での生物殺傷性製品指令等に関する技術指針書(European Commission 2003)では、金属及びその無機化合物については、環境中での存在形態及びその生物利用能(bioavailability)、バックグラウンド濃度等も考慮して PNEC を決定するべきであるとされている。銅及び亜酸化銅を含む銅化合物については、前述の Risk



Assessment Reportにおいて、これらの要因を考慮した詳細な検討に基づいて、海域の水生生物に対する溶存態銅の PNEC として 2.6µg/L が設定されている (European Union 2008)。なお、海域での溶存態銅濃度について水質基準を設定している国もある。例えば、米国では、Criteria Continuous Concentration として 3.1 µg/L、Criteria Maximum Concentration として 4.8 µg/L が設定されている (U. S. Environmental Protection Agency 2004)。豪州では、High protection level として 1.3 µg/L、Moderate protection level として 3.0 µg/L が設定されている (Australia Environmental Protection Authority 2002)

#### 2.1.4 防汚物質の予測環境濃度 (PEC) の算出

##### (1) 対象港湾

本調査では、横浜港及びロッテルダム港を対象として、各防汚物質について予測環境濃度 (PEC) を算出した (資料編 1 参考資料 4)。横浜港は、日本の港湾で外航船入港隻数が最も多く (入港船数ランキング (2006 年) 国土交通省)、本調査において船体付着総合管理の対象とする北米、中東およびオーストラリアを航路とする外航船舶も多いことから対象港湾とした。ロッテルダム港は、貨物取扱量が世界第三位の欧州最大の港湾であり、またライン川の河口域に位置し港口に比べて奥行きが広いことなど、船底塗装から溶出した防汚物質の環境中での挙動に影響すると考えられる海水交換や水質環境等が横浜港と異なることから、そのような港湾の代表として本調査の対象港湾とした。

##### (2) PEC の算出に用いるシミュレーションモデル

水域環境に放出された化学物質の環境中挙動や環境中濃度の予測のために数多くのシミュレーションモデルが開発及び利用されているが (Van Hattum B. et al. 2006)、本調査では MAM-PEC モデル (Ver. 2.0) を用いて各防汚物質の予測環境濃度 (PEC) を算出した。

##### (3) MAM-PEC モデルのパラメーターに関するデータの収集及び整理

MAM-PEC モデルによる PEC の推定に必要な物質条件、環境条件及び排出条件の各パラメーターについて、以下のとおり既存データを収集及び整理した。

##### 物質条件に関するデータ

各防汚物質について、物理・化学的性質及び環境中運命 (環境中での分解速度) 等に関する既存データを International Uniform Chemical Information Database (IUCLID)、製品安全データシート (MSDS)、防汚塗料や防汚物質に関する報告書、学術論文等から収集して、MAM-PEC モデルへの入力形式に整理した。

### 環境条件に関するデータ

物質が排出される海洋環境として、横浜港及びロッテルダム港を選択し、海洋環境を特徴付ける地理、物理環境及び水質環境等に関するデータを、行政開示資料、報告書及び学術論文等から収集し、MAM-PEC モデルへの入力形式に整理した。

#### (4) 排出シナリオの設定

排出シナリオとは、環境中に放出された化学物質の環境レベル(生物などに対する暴露レベル)を予測(定量化)する際の想定条件における化学物質の排出源、排出経路、排出量、環境中(大気、水、底質)での挙動等について定めたものである。化学物質の環境中濃度は、排出量や排出先の範囲、排出先の物理・科学的環境等によっても大きく変動するため、どのような想定条件(排出シナリオ)で環境中濃度を予測するのかを明確化(定量化)することが重要である。

本調査では、防汚物質の環境への影響を安全サイドに立って評価するために、ワーストケースを想定した排出シナリオとして、港湾に入港する全船舶が単一の防汚物質を使用する塗料を塗装しているという条件のもとで PEC を計算した。

PECMAM-PEC モデルにおいて、PEC に影響を与えると考えられる主要なパラメーターについては、以下の考え方に基づいてモデル入力値を選択または設定した。下記以外のパラメーターに関して既存データが得られなかった場合は、MAM-PEC モデルのデフォルト値を入力値とした。各防汚物質の PEC に用いた各パラメーターを表 2.1-5 に示す。

### 排出条件に関するデータ

横浜港及びロッテルダム港について、入港船舶に関するデータを行政開示資料及び学術論文等から収集した。また、各防汚物質について、船底の塗装面からの溶出速度に関する既存データを防汚塗料に関する報告書及び学術論文等から収集し、港湾ごとに入港船舶による港内への溶出量として MAM-PEC モデルへの入力形式に整理した。

### 船舶数及び碇泊時間

横浜港の入港船舶数は、横浜市港湾局開示の 2006 年の入港隻数データ(漁船や港内船舶数は含まれない)を用いた。ただし、この入港隻数データには、本検討で PEC 計算の対象とした範囲外の施設に着岸した船舶も含まれるため、横浜港の泊地別の年間係留隻数割合(2000 年のデータ)を基に PEC 計算の範囲にある施設に着岸したと推定される船舶数に補正した。入港船舶の港内碇泊時間は、延べ泊地けい船時間を隻数で除して算出した外航船 20 時間及び内航船 9.3 時間とした。港内移動時間は、外航船、内航船とも 1 時間とした。

ロッテルダム港については、既存文献(Salomons and Gandrass 2001)で用いられ

ている入港船舶数及び港内碇泊・移動時間(港内の碇泊時間: 20 時間、移動時間: 3 時間)を用いた。

### 防汚物質の溶出量

横浜港の船舶については、船舶長と総トン数の関係が異なる船種ごと(自動車専用船、タンカー・タンク船、客船・貨物・R0-R0 船、コンテナ・バラ積み船及びその他船舶に区分)に船底面積を算出した。外航船については、横浜港入港船の総トン階級区分ごとの平均総トン数データを基に、別途 Lloyds 船舶明細書データを基に作成した総トン数-船舶長の関係式から船舶長を算出し、これらを用いて Froude の式から各階級の平均総トン数の船舶での船底面積を算出した。内航船は、日本船明細書データを基に総トン階級区分ごとに平均総トン数を算出し、これを別途作成した総トン数-船舶長の関係式から船舶長に換算し、その船舶長を用いて MAM-PEC モデルで用いられている船舶長-船底面積の式から各階級の平均総トン数の船舶での船底面積を算出した。ロッテルダム港の船舶については、前述の既存文献のデータをそのまま用いた。

各防汚物質について、次式により 1 日あたりの港内碇泊時及び移動時の総溶出量(g/day)を算出し、その合計をモデルへの入力値とした。

$\Sigma$  (各階級の船底面積 x 入港隻数 x 碇泊又は移動時間) x 碇泊又は移動時の溶出速度

### 防汚物質の溶出速度

防汚物質の塗装面からの溶出速度を正確に把握することは難しく、現在その推定に用いられている試験法については実環境での溶出速度より過大評価されているとの指摘もある。そのため現在、ISO のワーキンググループ(TC35/SC9/WG27)において、実験室内での測定法(ISO 15181)に加えて、マスバランス法(ISO/DIS 10890)、実際に船舶に塗装された塗膜から直接溶出量を測定する方法など、溶出速度の測定方法について比較検討が進められている。塗装の防汚効果という視点では、物理的な摩耗や剥離を含まない防汚物質の海水中への溶解量(速度)が重要になる。しかし、海域環境への影響という視点では、剥離や摩耗等により物理的に塗装面から離脱した塗料片(粒子)に含まれる防汚物質も環境への負荷に寄与すると考えられる。そのため、防汚物質の環境影響の評価では、ワーストケースを想定した条件として、塗装面から離脱した塗料片等も含めた溶出量に基づく PEC 推定を考慮することが妥当と考えられる。本検討では、溶出速度について複数の既存データが得られた場合は、その最大値を MAM-PEC モデルへの入力値として採用した。既存データが得られなかった物質については、文献等からその物質の塗料製品の含有量データが得られた場合には、当該製品に使用されている他の防汚物質との含有量比などを基に試算した溶出速度の最高値をモデルへの入力値とした。製品中の含有量データも得られなかった物質については、上記の試算値の上限に相当する 5  $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{day}$  を入力値とした(資料編 1 参考資料 5)。

MAM-PEC モデルでは、港内碇泊時と航行時の溶出速度を別々に設定可能であるが、

本調査では港内碇泊時と航行時の溶出速度は同じとした。

#### 防汚物質の環境中挙動(環境中での分解速度)

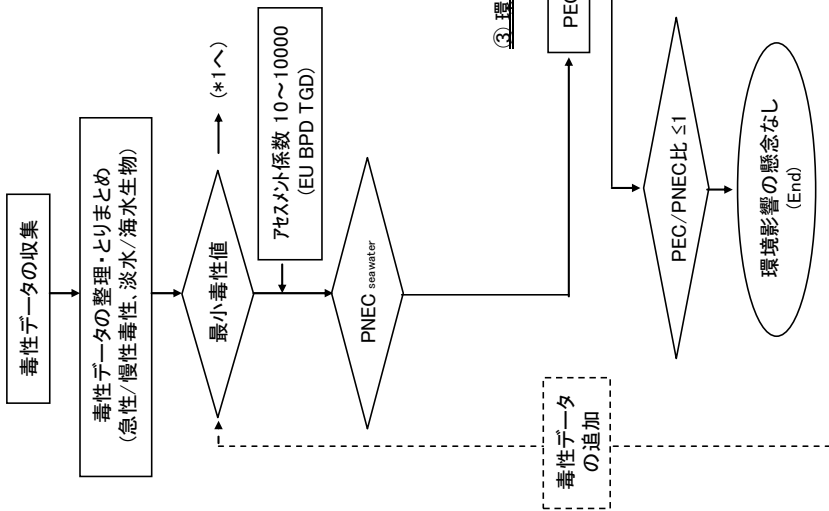
MAM-PEC モデルでは、防汚物質の環境中での分解速度に関して、水相及び底質での非生物的分解(abiotic degradation)、光分解(photolytic degradation)及び生物的分解(biotic degradation)を別々に設定可能である。これらのパラメーターに関して、複数の既存データが得られた場合は、その中の最小値をモデルへの入力値とした。既存データが得られなかった場合は、環境中で分解しないという仮定で分解速度は0(/day)とした。

#### 防汚物質のバックグラウンド濃度

防汚物質によっては、環境中濃度の実測データが存在するものもあるが、本調査では、各防汚物質を一律に評価するためにバックグラウンド濃度は0 $\mu\text{g/L}$ とした。ただし、亜酸化銅及びチオシアン酸第一銅での溶存態銅としてのPECについては、銅が自然界に存在する元素であり、バックグラウンド濃度を含めて計算することが妥当と考えられることから、バックグラウンド濃度として、銅及び銅化合物に関するRisk Assessment Report (European Union 2008)において人為的影響がない海域環境での溶存態銅濃度とされる0.36 $\mu\text{g/L}$ に設定した。

上記の条件により計算した横浜港及びロッテルダム港での各防汚物質のPEC(水質の溶存態濃度)を表2.1-6に示す。

① 防汚物質の予測無影響濃度(PNEC)の推定



② 防汚物質の予測環境濃度(PEC)の推定

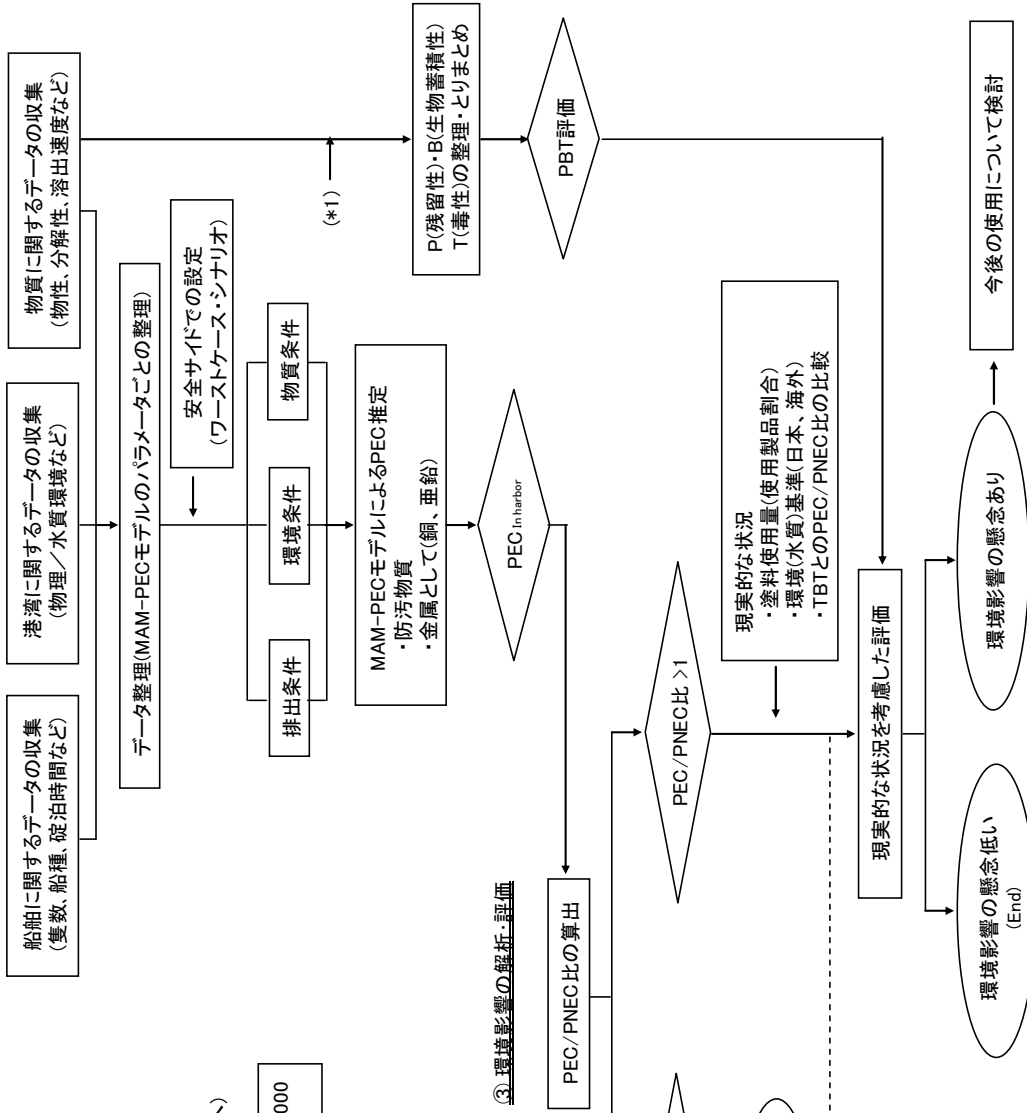


図 2.1-1 付着防止技術 (防汚物質) の環境影響評価の検討フロー

表 2.1-1 調査対象物質

CAS No.	IUPAC chemical name (物質名)	一般名/商品名/略称等	登録情報		
			EU BPD <sup>*1</sup>	US FIFRA <sup>*2</sup>	化審法 <sup>*3</sup>
137-26-8	Tetramethylthiuram disulphide	テトラメチルチウラムジサルファイド	-		2 監
137-30-4	Zinc dimethyl dithiocarbamate	ビス(N,N-ジメチルジチオカルバミン酸)亜鉛	N		既存
330-54-1	3-(3,4-Dichlorophenyl)-1,1-dimethyl urea	3-(3,4-ジクロロフェニル)-1,1-ジメチルウレア	N*		2 監
731-27-1	Methanesulfenamide, 1,1-dichloro-N-((dimethylamin sulfonyl)-1-fluoro-N-(4-methylphenyl)	ジクロロ-N-(ジメチルアミノスルフォニル)フルオロ-N-(p-トリル)メタンスルフェンアミド	N		2 監
971-66-4	Pyridine-triphenylborane	ピリジン-トリフェニルボラン	-		2 監
1085-98-9	N,N-dimethyl-N'-phenyl-N'-(dichlorofluorometh sulphamide	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)スルファアミド	N		既存
1111-67-7	Cuprous Thiocyanate	チオアン酸第一銅(1)	N	R	既存
1317-39-1	Cuprous oxide	酸化第一銅	N	R	既存
1634-02-2	Tetrabutylthiuram disulfide	テトラブチルチウラムジサルファイド	-		2 監
1897-45-6	2,4,5,6-Tetrachloroisophthalonitrile	2,4,5,6-テトラクロロイソフタロニトリル	N*		2 監
12122-67-7	Zinc ethylenebis (dithiocarbamate)	ジンクエチレンビスジチオカーバメート	N		既存
13108-52-6	2,3,5,6-Tetrachloro-4-(methylsulphonyl)pyridine	2,3,5,6-テトラクロロ-4-(メチルスルホニル)ピリジン	I		既存
13167-25-4	N-(2,4,6-Trichlorophenyl) maleimide	N-(2,4,6-トリクロロフェニル)マレイミド	-		既存
13463-41-7	Zinc-2-pyridinethiol-1-oxide	ビス(2-ピリジンチオール-1-オキシド)亜鉛塩	N	R	既存
14915-37-8	Copper, bis(1,hydroxy-2(1H)-pyridinethionato O,S)-	ビス(2-ピリジンチオール-1-オキシド)銅塩	N		2 監
28159-98-0	2-methylthio-4-tert-butylamino-6-cyclopropylamino triazine	2-メチルチオ-4-tert-ブチルアミノ-6-シクロプロピルアミノ-1,3,5-トリアジン	N	R	2 監
64359-81-5	4,5-Dichloro-2-n-octyl-4-isothiazolin-3-one	4,5-ジクロロ-2-n-オクチル-4-イソチアゾリン-3-オン	N	R	2 監

\*1 EU BPD (Biocide Products Directive) : 登録準備作業中 (N: 審査中 N\*: 審査書類非提出 I: 審査非請求/いづれEUで使用禁止)

\*2 US FIFRA (Federal Insecticide, Fungicide and Rodenticide Act) R: 登録あり。

\*3 化審法 2 監: 第2種監視化学物質 既存: 既存化学物質

(出典: 日本塗料工業会ホームページ、2008年3月24日現在)

表 2.1-2 調査対象物質の船底塗料製品での使用割合

(1) 日本

CAS No	物質名 <sup>*1</sup>	使用製品 <sup>*2</sup>		使用製品数の内訳 <sup>*2</sup>			
		使用製品数	割合(%)	1物質単独	2物質混合	3物質混合	4物質混合
1317-39-1	亜酸化銅	266	68.9	48	151	59	8
13463-41-7	亜鉛ピリチオン	134	34.7	0	97	33	4
14915-37-8	銅ピリチオン	127	32.9	0	97	27	3
971-66-4	PK	102	26.4	2	73	23	4
64359-81-5	Sea-nine 211	50	13.0	1	17	30	2
330-54-1	ジウロン	43	11.1	0	18	24	1
28159-98-0	イルガロール	27	7.0	0	9	12	6
1085-98-9	ジクロフルアニド	22	5.7	0	4	16	2
12122-67-7	ジネブ	14	3.6	0	10	4	0
731-27-1	トリフルアニド	9	2.3	0	0	8	1
1897-45-6	クロロタニル	9	2.3	1	1	7	0
1111-67-7	チオシアン酸第一銅	6	1.6	1	3	2	0
137-30-4	ジラム	4	1.0	0	0	4	0
13108-52-6	Densil S-100	3	0.8	0	0	3	0
137-26-8	メチルチラム	1	0.3	0	0	1	0
1634-02-2	ブチルチラム						
13167-25-4	IT-354	1	0.3	0	0	0	1
総製品数		386		53	240	85	8

\*1: 上段から日本塗料工業会自主管理登録品のなかで使用製品数の多い順に示した。

\*2: 日本塗料工業会自主管理登録品リスト(2008年6月10日現在)より作成

(2) 海外

CAS No)	物質名 <sup>*1</sup>	豪州 <sup>*2</sup>		米国 <sup>*3</sup>		英国 <sup>*4</sup>	
		使用製品数	割合(%)	使用製品数	割合(%)	使用製品数	割合(%)
1317-39-1	亜酸化銅	38	77.6	176	93.6	223	76.6
1111-67-7	チオシアン酸第一銅	8	16.3	6	3.2	62	21.3
1085-98-9	ジクロフルアニド					75	25.8
13463-41-7	亜鉛ピリチオン			5	2.7	63	21.6
64359-81-5	Sea-nine 211	1	2.0	3	1.6	22	7.6
330-54-1	ジウロン	23	46.9				
7440-50-8	金属銅	1	2.0	13	6.9	8	2.7
14915-37-8	銅ピリチオン					14	4.8
12122-67-7	ジネブ	4	8.2			10	3.4
1314-13-2	酸化亜鉛	11	22.4	1	0.5		
28159-98-0	イルガロール			7	3.7		
20427-59-2	水酸化第二銅			4	2.1		
	チラム	2	4.1				
1317-38-0	酸化銅			2	1.1		
1897-45-6	クロロタニル	1	2.0				
総製品数		49		188		291	

\*1: 上段から海外(豪州, 米国, 英国, カナダ, 香港)の登録品で合計使用製品数の多い順に示した。

\*2: NRA登録済み製品(出典: AMOG consulting, 2002)

\*3: US-EPA登録済み製品(出典: AMOG consulting, 2002)

\*4: 2005年現在のHSE登録済み製品(出典: 中西・堀口, 2007)

## (2) 海外(つづき)

CAS No	物質名 <sup>*1</sup>	カナダ <sup>**5</sup>		香港 <sup>*6</sup>	
		使用製品数	割合(%)	使用製品数	割合(%)
1317-39-1	亜酸化銅	62	89.9	8	61.5
1111-67-7	チオシアン酸第一銅	3	4.3	5	38.5
1085-98-9	ジクロフルアニド			2	15.4
13463-41-7	亜鉛ピリチオン			2	15.4
64359-81-5	Sea-nine 211			1	7.7
330-54-1	ジウロン			2	15.4
7440-50-8	金属銅	3	4.3		
14915-37-8	銅ピリチオン			2	15.4
12122-67-7	ジネブ			1	7.7
28159-98-0	イルガロール			2	15.4
20427-59-2	水酸化第二銅	1	1.4		
総製品数		69		13	

\*1:上段から海外(豪州, 米国, 英国, カナダ, 香港)の登録品で合計使用製品数の多い順に示した。

\*5: 2003年現在の登録製品(Danish Federal Environmental Agency (2004)より作成)

\*6: 2008年9月現在の登録製品(香港政府ホームページより作成)



表 2.1-3 防汚物質のPBT評価

CAS No.	物質名	PBT評価*1		
		難分解性 (Persistence)	生物蓄積性 (Bioaccumulation)	毒性 (Toxicity)
137-26-8	メチルチラム	No ( $t_{1/2\text{ FW}} = 0.4\text{days}$ )	No ( $\text{BCF}_{\text{fish}} = 1.1-4.4$ )	Yes (Chronic tox = $0.3\mu\text{g/L}$ )
137-30-4	ジラム	No ( $t_{1/2\text{ FW}} = 0.3\text{days}$ )	No ( $\text{BCF}_{\text{fish}} = 90-470$ )	Yes (Chronic tox = $8\mu\text{g/L}$ )
330-54-1	ジウロン	No ( $t_{1/2\text{ SW}} < 27\text{days}$ )	No ( $\text{BCF}_{\text{fish}} = 20-290$ )	Yes (Chronic tox = $1.3\mu\text{g/L}$ )
731-27-1	トリフルアニド	No ( $t_{1/2\text{ FW}} = 32\text{days}$ )	Yes ( $\text{Log Pow} = 3.9$ )	No (Chronic tox = $44\mu\text{g/L}$ )
971-66-4	PK	No ( $t_{1/2\text{ SW}} < 1\text{hour}$ )	Yes ( $\text{Log Pow} = 4.3$ )	Yes (Acute tox = $2.2\mu\text{g/L}$ )
1085-98-9	ジクロフルアニド	No ( $t_{1/2\text{ SW}} = 18\text{hours}$ )	Yes ( $\text{Log Pow} = 3.7$ )	Yes (Chronic tox = $2.7\mu\text{g/L}$ )
1111-67-7	チオシアン酸 第一銅	適用外	No ( $\text{Log Pow} = 0.5$ )	Yes (Acute tox = $9.6\mu\text{g/L}$ )
1317-39-1	亜酸化銅	適用外	No ( $\text{Log Pow} = 0.44$ )	データなし
1634-02-2	ブチルチラム	データなし	Yes ( $\text{Log Pow} = 7.6$ )	データなし
1897-45-6	クロロタロニル	No ( $t_{1/2\text{ SW or FW}} < 8\text{days}$ )	No ( $\text{BCF}_{\text{fish}} = 13-940$ )	Yes (Chronic tox = $0.06\mu\text{g/L}$ )
12122-67-7	ジネブ	No ( $t_{1/2\text{ SW}} = 4\text{days}$ )	No ( $\text{BCF}_{\text{fish}} = 34-770$ )	No (Chronic tox = $32\mu\text{g/L}$ )
13108-52-6	Densil S-100	データなし	No ( $\text{Log Pow} = 1.94$ )	データなし
13167-25-4	IT354	データなし	No ( $\text{Log Pow} = 2.93$ )	データなし
13463-41-7	亜鉛ピリチオン	No ( $t_{1/2\text{ SW}} < 1\text{hour}$ )	No ( $\text{Log Pow} = 2.13$ )	Yes (Chronic tox = $1.1\mu\text{g/L}$ )
14915-37-8	銅ピリチオン	No ( $t_{1/2\text{ SW}} = 4\text{days}$ )	No ( $\text{Log Pow} = 0.9$ )	Yes (Chronic tox = $0.25\mu\text{g/L}$ )
28159-98-0	イルガロール	Yes ( $t_{1/2\text{ SW}} = 100-350\text{days}$ )	No ( $\text{Log Pow} = 2.38$ )	Yes (Chronic tox = $0.51\mu\text{g/L}$ )
64359-81-5	Sea-nine 211	No ( $t_{1/2\text{ SW}} < 8.4\text{days}$ )	No ( $\text{Log Pow} = 2.85$ )	Yes (Chronic tox = $0.63\mu\text{g/L}$ )
(参考)	トリブチルスズ	Yes ( $t_{1/2\text{ MS}} = 2.1\text{years}$ )	Yes ( $\text{BCF}_{\text{fish}} = 200-9400$ )	Yes (Chronic tox = $0.0027\mu\text{g/L}$ )
	ジブチルスズ	Yes ( $t_{1/2\text{ MS}} = 1.9\text{years}$ )	No ( $\text{BCF}_{\text{fish}} = 136$ )	No (Chronic tox = $15\mu\text{g/L}$ )
	モノブチルスズ	Yes ( $t_{1/2\text{ MS}} = 1.1\text{years}$ )	No ( $\text{BCF}_{\text{fish}} = 126$ )	データなし

\*1: 分解性(P)、生物蓄積性(B)及び毒性(T)に関する以下の基準にすべて該当するものがPBT物質と評価される。

分解性(P): 半減期( $t_{1/2}$ )が海水中で>60日又は淡水中で>40日

又は海域の底質中で>180日又は淡水の底質中で>120日

生物蓄積性(B): 生物濃縮係数(BCF)が>2,000又は $\text{Log P}_{\text{OW}} \geq 3$

毒性(T): 慢性毒性が<0.01mg/L( $10\mu\text{g/L}$ )又は発癌性又は内分泌かく乱作用を有する。

表 2.1-4 防汚物質の予測無影響濃度 (PNEC)

CAS No.	物質名	予測無影響濃度 (PNEC)		
		最小毒性値 (ng/L)	アセスメント係数*1	PNEC (ng/L)
137-26-8	メチルチラム	300	500	0.60
137-30-4	ジラム	1,800	500	3.6
330-54-1	ジウロン	1,300	50	26
731-27-1	トリフルアニド	16,000	500	32
971-66-4	PK	2,200	1,000	2.2
1085-98-9	ジクロフルアニド	2,700	100	27
1111-67-7	チオシアン酸第一銅	9,600	10,000	0.96
1317-39-1	亜酸化銅	20,000	1,000	20
1634-02-2	ブチルチラム	560,000	10,000	56
1897-45-6	クロロタロニル	60	10	6.0
12122-67-7	ジネブ	32,000	500	64
13108-52-6	Densil S-100	データ なし	-	-
13167-25-4	IT354	49,000,000	10,000	4,900
13463-41-7	亜鉛ピリチオン	1,100	50	22
14915-37-8	銅ピリチオン	250	50	5.0
28159-98-0	イルガロール	100	100	1.0
64359-81-5	Sea-nine 211	630	50	13
(参考)	銅(溶存態)*2	5,200	2	2,600
	トリブチルスズ	2.7	10	0.27
	ジブチルスズ	15,000	100	150
	モノブチルスズ	25,000,000	10,000	2,500

\*1: Technical Guidance Document on Risk Assessment (European Commission 2003)において、  
海域の水相での評価に適用されるアセスメント係数

\*2: 銅及び銅化合物に関するEU Risk Assessment Report (European Union 2008)より引用

表 2.1-5(1) MAM-PEC モデルによる PEC 推定のパラメーター設定値

(1) 環境条件に関するパラメーター

	横浜港	ロッテルダム港
Tidal period (hour)	12.41	12.41
Silt concentration (mg/L)	1.3	35
POC concentration (mg OC/L)	1.1	1
DOC concentration (mg/L)	2.3	2
Chlorophyll ( $\mu\text{g/L}$ ) *1	3	3
Salinity (psu)	28	30
Temperature ( $^{\circ}\text{C}$ )	18.3	15
Latitude (degrees NH) *1	50	50
pH	8.4	8
Depth mixed sediment layer (m)	0.1	0.2
Sediment density ( $\text{kg/m}^3$ )	1000	1000
Fraction organic carbon in sediment	0.054	0.03
Nett sedimentation velocity (m/d)	0.5	1
Layout: X1 (m) (湾外影響範囲)	1000	2000
X2 (m) (湾内距離)	2200	2000
Y1 (m) (湾内距離)	5400	20000
Y2 (m) (湾外影響範囲)	1000	2000
Depth (m)	11.2	20
Mouth Width X3 (m)	1000	2000
Flow Velocity (m/s)	0	1.5
Calculated Exchange volume ( $\text{m}^3/\text{tide}$ ) *2	1.63E+07	1.01E+08
Tidal difference (m)	1.5	1.5
Max. density difference tide ( $\text{kg/m}^3$ )	0	0.8
Non tidal daily water level change (m)	0	0
Fraction of time wind perpendicular (-/-)	0	0
Average wind speed (m/s)	1	0
Flush ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	0	0
Max. density difference flush ( $\text{kg/m}^3$ )	0	0
Depth-MSL in harbour entrance h0 (m)	11.2	20
Exchange area harbour mouth, below mean sea level ( $\text{m}^2$ )	11200	40000
Height of submerged dam (m)	0	0
Width of submerged dam (m)	0	0
浸漬船底面積 ( $\text{m}^2/\text{day}$ )	1.30E+05	9.97E+05
単位水量あたりの浸漬船底面積 ( $\text{m}^2/\text{m}^3/\text{day}$ )	9.77E-04	1.25E-03

\*1 固定値

\*2 モデル内計算値

表 2.1-5(2) MAM-PEC モデルによる PEC 推定のパラメーター設定値

(2) 防汚物質に関するパラメーター

CAS No.	137-26-8	137-30-4	330-54-1	731-27-1	971-66-4	1085-98-9	
Compound description	メチルチラム	ジラム	ジウロン	トリフルアニド	PK	ジクロフルアニド	
Molecular mass (g/mol)	240.41	305.83	233.10	347.26	321.23	333.23	
Saturised vapour pressure at 20 °C (Pa)	2.30E-03	1.00E-06	4.20E-02	2.00E-04	1.00E-10	1.60E-05	
Solubility at 20 °C (g/m <sup>3</sup> )	30.0	65.0	42.0	0.9	1.0	1.3	
Degradation rate at 20 °C	abiotic	Water (1/day)	1.2E-01	2.3E-02	2.6E-02	2.8E+00	0.0E+00
		Sediment (1/day)	1.9E-03	0.0E+00	9.2E-03	3.5E+00	0.0E+00
	photolytic	Water (1/day)	1.9E+00	9.4E-01	1.6E-02	0.0E+00	2.5E+00
		Sediment (1/day)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	biological	Water (1/day)	1.9E-03	0.0E+00	3.9E-03	0.0E+00	9.2E-01
		Sediment (1/day)	1.9E-03	2.3E-02	3.9E-03	0.0E+00	0.0E+00
Kd (only metal) (m <sup>3</sup> /kg)							
Kow	1.73	3.4	2.8	3.9	4.3	3.7	
Koc	2.82	2.64	2.6	3.34	4.19	3.04	
Henry's constant (Pa m <sup>3</sup> /mol)	1.82E-02	6.27E-05	2.00E-06	7.71E-02	3.21E-08	4.00E-04	
Melting temperature (°C)	155.5	246	158	96	232	106	
pKa	8.19	8.19			14		
Leaching rate (µg/cm <sup>2</sup> /day)	4.81 <sup>*2</sup>	5.0 <sup>*3</sup>	3.3 <sup>*1</sup>	5.0 <sup>*3</sup>	5.0 <sup>*3</sup>	1.7 <sup>*1</sup>	

CAS No.	1111-67-7	1317-39-1	1634-02-2	1897-45-6	12122-67-7	13108-52-6	
Compound description	チオンアン酸第一銅	亜酸化銅	ブチルチラム	クロロタロニル	ジネブ	Densil S-100	
Molecular mass (g/mol)	121.63	143.10	408.76	265.91	275.74	294.97	
Saturised vapour pressure at 20 °C (Pa)	4.93E+01	1.00E-10	2.04E-07	7.60E-05	8.00E-06	7.21E-04	
Solubility at 20 °C (g/m <sup>3</sup> )	5.0	0.6	0.0	0.9	10	283	
Degradation rate at 20 °C	abiotic	Water (1/day)	-	-	0.0E+00	3.9E-01	4.1E-02
		Sediment (1/day)	-	-	0.0E+00	3.2E-02	2.3E-02
	photolytic	Water (1/day)	-	-	0.0E+00	1.1E-02	0.0E+00
		Sediment (1/day)	-	-	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	biological	Water (1/day)	-	-	0.0E+00	2.0E-02	0.0E+00
		Sediment (1/day)	-	-	0.0E+00	7.7E-03	2.3E-02
Kd (only metal) (m <sup>3</sup> /kg)	30.0	30.0					
Kow	-	-	7.6	2.88	1.3	1.94	
Koc	-	-	7.39	3.25	3.09	1.73	
Henry's constant (Pa m <sup>3</sup> /mol)			8.14E+01	2.50E-02	2.76E-04	1.99E-01	
Melting temperature (°C)				250	157		
pKa							
Leaching rate (µg/cm <sup>2</sup> /day)	20 <sup>*1</sup>	40 <sup>*1</sup>	5.0 <sup>*3</sup>	5.16 <sup>*2</sup>	1.44 <sup>*2</sup>	3.8 <sup>*1</sup>	

CAS No.	13167-25-4	13463-41-7	14915-37-8	28159-98-0	64359-81-5		
Compound description	IT354	亜鉛ピリチオン	銅ピリチオン	イルガロール	Sea-nine 211	トリブチルスズ	
Molecular mass (g/mol)	276.50	317.71	127.17	253.37	282.23	290.04	
Saturised vapour pressure at 20 °C (Pa)	1.72E-04	1.00E-06	1.79E-04	8.90E-05	4.50E-06	8.50E-05	
Solubility at 20 °C (g/m <sup>3</sup> )	389.0	6.0	8.0	7.0	4.7	19.0	
Degradation rate at 20 °C	abiotic	Water (1/day)	1.9E-03	5.6E-03	5.4E-02	3.4E-03	2.3E-02
		Sediment (1/day)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	photolytic	Water (1/day)	0.0E+00	5.8E-03	3.4E+01	2.5E-03	5.0E-02
		Sediment (1/day)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	biological	Water (1/day)	0.0E+00	2.1E+00	1.7E-01	2.8E-02	6.9E-01
		Sediment (1/day)	0.0E+00	7.9E+00	0.0E+00	7.3E-04	1.7E+01
Kd (only metal) (m <sup>3</sup> /kg)							
Kow	2.93	0.9	0.9	2.8	2.8	3.8	
Koc	2.97	3	0.7	3.1	4.18	4.6	
Henry's constant (Pa m <sup>3</sup> /mol)	1.35E-03	5.00E-05	2.49E-03	3.19E-03	6.00E-09	2.00E-02	
Melting temperature (°C)	132	260		130	41		
pKa		14		5.16	14		
Leaching rate (µg/cm <sup>2</sup> /day)	5.0 <sup>*3</sup>	4.57 <sup>*1</sup>	2.88 <sup>*1</sup>	16 <sup>*1</sup>	5 <sup>*1</sup>	1.9 <sup>*1</sup>	

\*1: 文献最高値  
 \*2: 塗料含量に基づく試算値  
 \*3: 仮定値

表 2.1-6(1) 防汚物質の予測環境濃度(PEC)

(1) 横浜港

CAS No.	物質名	予測環境濃度 PEC (ng/L)*1				PEC推定に用いたパラメーター		
		In harbor		Surrounding		溶出量 (g/day)	溶出 速度*2	分解 速度*3
		Maximum	Average	Maximum	Average			
137-26-8	メチルチラム	41.7	22.0	9.49	0.46	6,238	B	a
137-30-4	ジラム	70.3	45.3	26.3	1.49	6,498	C	a
330-54-1	ジウロン	263	218	169	11.8	4,289	A	a
731-27-1	トリフルアニド	37.9	18.6	7.05	0.32	6,498	C	a
971-66-4	PK	40.4	20.8	8.55	0.40	6,498	C	a
1085-98-9	ジクロフルアニド	15.0	8.02	3.51	0.17	2,209	A	a
1111-67-7	チオシアン酸第一銅	2,150	1,810	1,420	100	25,992	A	b
	(全銅として)*4	1,470	1,290	1,090	146	13,580	-	-
1317-39-1	亜酸化銅	4,300	3,610	2,850	201	51,984	A	b
	(全銅として)*4	4,170	3,560	2,880	272	46,135	-	-
1634-02-2	ブチルチラム	14.3	12.0	9.4	0.66	6,498	C	b
1897-45-6	クロロタロニル	139	104	72.4	4.63	6,758	B	a
12122-67-7	ジネブ	116	96.4	75.1	5.24	1,819	B	a
13108-52-6	Densil S-100	420	352	278	19.6	4,938	A	b
13167-25-4	IT354	549	461	363	25.6	6,498	C	b
13463-41-7	亜鉛ピリチオン	15.0	4.4	0.34	0.01	5,939	A	a
14915-37-8	銅ピリチオン	4.36	0.82	<0.01	<0.01	3,743	A	a
28159-98-0	イルガロール	1,350	1,120	874	61.0	20,793	A	a
64359-81-5	Sea-nine 211	72.2	47.1	28.0	1.60	6,498	A	a
	トリプチルスズ	120	98.6	75.9	5.25	2,469	A	a
	全亜鉛*5	101	84.9	67.0	4.72	1,222	-	-

\*1: 水質中の溶存態濃度

\*2: A: 文献最高値, B: 塗料含有量データに基づく試算最高値, C: 仮定値 (5 μg/cm<sup>2</sup>/day)

\*3: a: 文献データの最低値 b: 分解がないと仮定(文献データが得られなかった)

\*4: バックグラウンド濃度として360ng/Lを設定した(ただし、溶存態濃度として設定はできないため全銅濃度として設定)。

・バックグラウンド濃度として設定した360ng/Lの一部は粒子に吸着するものとして計算されている。

・港湾範囲外(Surrounding)はバックグラウンド濃度が設定されていない0ng/Lで計算されている。

\*5: 全亜鉛の予測環境濃度は、亜鉛含量が最も高い亜鉛ピリチオンを基に算出した。

表 2.1-6(2) 防汚物質の予測環境濃度(PEC)

(2) ロッテルダム港

CAS No.	物質名	予測環境濃度 PEC (ng/L)*1				PEC推定に用いたパラメーター		
		In harbor		Surrounding		溶出量 (g/day)	溶出 速度*2	分解 速度*3
		Maximum	Average	Maximum	Average			
137-26-8	メチルチラム	74.1	27.2	0.87	0.04	47,877	B	a
137-30-4	ジラム	113	49.5	2.28	0.11	49,872	C	a
330-54-1	ジウロン	163	89.7	5.82	0.29	32,916	A	a
731-27-1	トリフルアニド	76.8	28.1	0.90	0.04	49,872	C	a
971-66-4	PK	81.2	30.8	1.08	0.05	49,872	C	a
1085-98-9	ジクロフルアニド	29.3	11.4	0.41	0.02	16,956	A	a
1111-67-7	チオシアン酸第一銅	688	347	20.0	1.00	199,488	A	b
	(全銅として)*4	422	310	184	19.6	104,230	-	-
1317-39-1	亜酸化銅	980	542	35.3	1.75	398,976	A	b
	(全銅として)*4	1,040	650	206	20.7	354,091	-	-
1634-02-2	ブチルチラム	7.48	4.12	0.27	0.01	49,872	C	b
1897-45-6	クロロタロニル	185	94.5	5.53	0.28	51,867	B	a
12122-67-7	ジネブ	69.8	38.6	2.51	0.13	13,964	B	a
13108-52-6	Densil S-100	199	111	7.28	0.36	37,903	A	b
13167-25-4	IT354	261	145	9.56	0.48	49,872	C	b
13463-41-7	亜鉛ピリチオン	26.9	5.78	0.02	<0.01	45,583	A	a
14915-37-8	銅ピリチオン	7.08	1.05	<0.01	<0.01	28,726	A	a
28159-98-0	イルガロール	796	440	28.6	1.42	159,590	A	a
64359-81-5	Sea-nine 211	108	49.8	2.49	0.12	42,890	A	a
	トリブチルスズ	85.4	46.7	2.99	0.15	18,951	A	a
	全亜鉛*5	23.1	12.7	0.83	0.04	9,380	-	-

\*1: 水質中の溶存態濃度

\*2: A: 文献最高値, B: 塗料含有量データに基づく試算最高値, C: 仮定値 (5 μg/cm<sup>2</sup>/day)

\*3: a: 文献データの最低値 b: 分解がないと仮定(文献データが得られなかった)

\*4: バックグラウンド濃度として360ng/Lを設定した(ただし、溶存態濃度として設定はできないため全銅濃度として設定)。

・バックグラウンド濃度として設定した360ng/Lの一部は粒子に吸着するものとして計算されている。

・港湾範囲外(Surrounding)はバックグラウンド濃度が設定されていない0ng/Lで計算されている。

\*5: 全亜鉛の予測環境濃度は、亜鉛含量が最も高い亜鉛ピリチオンを基に算出した。

## 2.2 防汚物質の環境影響評価

### 2.2.1 PBT 評価

本調査の対象として 17 物質に関して、PBT 物質(難分解性(P)、生物蓄積性(B)及び毒性(T)の 3 基準にすべて該当する物質)と判定される物質がないことが確認された(表 2.1-4参照)。

### 2.2.2 PEC/PNEC 比に基づく解析

前節の PNEC(表 2.1-4)及び PEC(表 2.1-6)を基に算出した横浜港及びロッテルダム港での各防汚物質(ただし、毒性データがなく PNEC を算出できなかった Densil S-100 を除く)の PEC/PNEC 比を表 2.2-1に示す。MAM-PEC モデルでは、港湾内(In harbor)と港湾外影響範囲(Surrounding)について、水質中の溶存態(dissolved)、懸濁態(suspended)及びそれらの合計(total)それぞれの PEC の最大値、95%値、平均値、中央値及び最小値が出力されるが(資料編 1 参考資料 6)、本調査では、港湾内の溶存態(dissolved)としての PEC の最大値と PNEC との比を基に、各防汚物質の環境への影響について解析した。また、亜酸化銅及びチオシアン酸第一銅については、溶存態銅濃度での PEC/PNEC 比に基づいて解析した。

なお、本調査では、ワーストケースを想定するシナリオとして、全船舶が船底に単一の防汚物質を使用する塗料を塗装し、防汚物質の塗装からの溶出速度を既存データの最大値かつ環境中での分解を既存データの最小値に設定して各防汚物質の PEC を計算したことに留意が必要である。また、本調査では、既存データに基づいて各防汚物質の PEC を算出したが、一部の物質では塗装からの溶出速度等について既存データが得られなかったため塗料中の含有量に基づく推定値等を用いたこと(2.1.4を参照)、現在用いられている防汚物質の溶出速度の試験法に関して、実際より溶出速度が大きく見積もられる可能性があるとの指摘があること(2.1.4を参照)にも留意が必要である。

横浜港での PEC/PNEC 比は、ジクロフルアニド、チオシアン酸第一銅、ブチルチラム、IT354、亜鉛ピリチオン、銅ピリチオンの 6 物質で  $\leq 1$ 、他の 10 物質は  $> 1$  となった。ロッテルダム港での PEC/PNEC 比は、チオシアン酸第一銅、亜酸化銅、ブチルチラム、IT354 の 4 物質で  $\leq 1$ 、他の 12 物質は  $> 1$  となった。したがって、横浜港とロッテルダム港で PEC/PNEC 比が  $\leq 1$  となったのは、チオシアン酸第一銅、IT354 及びブチルチラムの 3 物質であった。また、イルガロールを除く各防汚物質の PEC/PNEC 比は、トリブチルスズより小さかった。

各防汚物質の海域環境への影響について、欧州での生物殺傷性製品指令等に関する技術指針書(European Commission 2003)に示されている既存化学物質での PEC/PNEC 比に基づく評価フロー(資料編 1 参考資料 8)を参考に、各防汚物質を含む塗料の現実的な使用状況(防汚物質の使用製品割合)、各防汚物質の PNEC の算出における毒性データの充実度、各防汚物質の実環境濃度等も勘案して以下のとおり整理した。

### (1) 環境に影響を及ぼす懸念はないと推察される物質

本調査では、入港船舶数が多くかつ水質環境等が異なる横浜港及びロッテルダム港を対象に Worst Case を想定した条件で PEC を算出したことから、両港での PEC/PNEC 比が  $\leq 1$  となった 3 物質(チオシアン酸第一銅、IT354、ブチルチラム)は、現状の使用において環境に影響を及ぼす懸念はないと考えられる。ただし、IT354 については、毒性データが淡水魚類の急性毒性値のみであり PNEC の信頼性が低い可能性があることに留意する必要がある。

### (2) 環境に影響を及ぼす懸念は低いと推察される物質

横浜港またはロッテルダム港での PEC/PNEC 比が  $>1$  となった 13 物質のうち、メチルチラム、ジラム、トリフルアニド、ジクロフルアニド、クロロタニル、ジネブ、亜鉛ピリチオン、銅ピリチオン、Sea-nine 211 の 9 物質については、日本あるいは海外で登録されている塗料製品での使用割合から推察されるこれらの物質を含む塗料の現実的な使用状況を勘案すると、環境に何らかの悪影響を及ぼしている可能性は低いと考えられる。

なお、ジネブ、ジラム及び亜鉛ピリチオンは、亜鉛を含む化学物質(亜鉛の有機化合物)であり、これらの防汚物質が塗装から溶出後に海中で分解されても、そこから生じる亜鉛はそのまま海域に残留する。亜鉛については、銅と同様に日本や諸外国において環境への影響が懸念されている金属の一つである。そのためこれらの防汚物質に由来とする亜鉛(イオン)の環境への影響について試行的に解析した。各防汚物質のうち、亜鉛の含有率が最も高い亜鉛ピリチオンでの溶出量を基に MAM-PEC モデルにより海域への負荷濃度としての亜鉛の予測環境中濃度 PEC add を計算した(表 2.1-6参照)。それとオランダの政府機関が設定した海域への負荷濃度としての亜鉛の予測無影響濃度 PNEC add (RIVM 2007)の比、すなわち PECadd/PNECadd 比を算出した。その結果、横浜港またはロッテルダム港での PECadd/PNECadd 比はいずれも  $<0.1$  となったことから(表 2.2-1 参照)、本調査の対象とした防汚物質に由来する亜鉛については、現在の塗料の使用状況において環境に影響を及ぼす懸念はないと考えられる。

### (3) 今後の使用に関して留意が必要と考えられる物質

横浜港またはロッテルダム港での PEC/PNEC 比が  $>1$  となった 13 物質のうち、PK(ピリジン-トリフェニルボラン)、ジウロン、イルガロール及び亜酸化銅の 4 物質については、塗料の現実的な使用状況等を勘案しても本調査で算出した PEC/PNEC 比は、必ずしも環境への影響が低いとは言えず、今後の使用に関して、以下に示す留意あるいは更なる検討が必要と考えられる。

#### ① PK (ピリジン-トリフェニルボラン)

PK は、海外の塗料製品での使用割合は非常に低いが、日本の製品での使用割合は比較的高く、本調査で算出した PEC/PNEC 比は、現実的な使用状況を勘案しても環境への影響が低いとは言えないレベルにあると考えられる。PK の PEC/PNEC 比が大きくなった一因



として、PNEC が他の防汚物質よりも小さく見積もられたことがあげられる。本調査で収集した PK の各生物種に対する急性毒性値は他の防汚物質と同程度であることから、PK の毒性データが少ないためにアセスメント係数1000を適用して算出したPNECが過小（毒性が過大）に設定されていることも考えられる。PK は、日本の塗料製品において使用割合が比較的高い物質であり、今後の継続的な塗料使用を勘案すると、まず毒性データ（特に海産生物での慢性毒性データ）の充実を図り、それを基に PEC/PNEC 比を再評価することが必要と考えられる。

なお、PK の海域での環境中濃度については、海外での報告は得られなかったが、日本では、環境省の平成 15 年度初期環境調査において 5 地点すべてで検出下限未満 (<0.12µg/L)、広島市による 2003~2004 年の調査で広島湾のマリーナ、漁港及び環境基準点等の 9 地点すべてで検出下限未満であった(常政ら 2004)と報告されている。

## ② ジウロン

ジウロンは、米国や英国の塗料製品では使用されていないが、豪州及び日本の塗料製品では使用割合が比較的高い防汚物質である。毒性に関する既存データは多く、本検討での PNEC はアセスメント係数 50 を適用して算出されたものである。以上を勘案すると、ジウロンについては現実的な使用状況において必ずしも環境への影響が低いとは言えないと考えられる。英国では、過去にジウロンを使用した塗料製品が登録されていたが、2000 年に登録が取り消されており、豪州においても、船底防汚塗料へのジウロンの使用について再評価が進められている (Danish Federal Environmental Agency 2004; Australian Pesticides & Veterinary Authority Medicin 2005)。したがって、今後のジウロンを含有する塗料の使用については、諸外国における対応等にも留意して、環境への影響と生物付着の防止効果の両面から検討することが必要と考えられる。

なお、ジウロンの海域での環境水中濃度として、海外では、英国での防汚物質に関する 1998 年及び 1999~2003 年に実施された調査で船舶やボートの活動が多い沿岸域や港の 36 地点において <0.001~6.75µg/L 及び 0.016~1.25µg/L であった (Thomas et al 2001; DEFRA 2003)、ニュージーランド環境省が 2003 年に実施した調査でウエリントン周辺のマリーナでの最高値が 0.25µg/L であった (Greater Wellington Regional Council 2006) との報告がある。また日本では、2002~2003 年に実施した調査で大阪港内及び周辺の 8 地点において <0.0007~1.54µg/L であった (千田ら 2005) との報告があり、港湾や沿岸海域の環境水から PNEC を越える濃度で検出されている。

## ③ イルガロール

イルガロールは、日本及び諸外国とも塗料製品での使用割合は比較的低い物質であるが、本調査で算出した PEC/PNEC 比は他の物質に比べて非常に大きかった。以上を勘案すると、イルガロールについては現実的な使用状況において環境への影響が懸念される。英国では、イルガロールを使用する塗料製品に関して、2000 年に 25m 未満の船舶への使用が禁止されている。今後のイルガロールを含有する塗料の使用については、諸外国に

おける対応等にも留意して、環境への影響と生物付着の防止効果の両面から検討することが必要と考えられる。

なお、イルガロールについては、海外では、英国での前述の 1998 年及び 1999～2003 年の調査地点において $<0.001\sim 1.42\mu\text{g/L}$  及び $<0.001\sim 0.31\mu\text{g/L}$  であったこと (Thomas et al. 2001; DEFRA 2003)、地中海のスペイン沿岸では 1999～2000 年の調査で $<0.02\sim 0.665\mu\text{g/L}$  であった (Maltinez et al. 2001) との報告がある。日本では、前述の 2002～2003 年の大阪港周辺での調査地点において $<0.0008\sim 0.268\mu\text{g/L}$  であった (千田ら 2005) との報告があり、港湾や沿岸海域の環境水から PNEC を越える濃度で検出されている。

#### ④ 亜酸化銅

亜酸化銅は、銅の有機化合物であるピリチオン銅に比べて生物に対する毒性が低いため、塗料製品に含有する銅の割合が高く海中に多くの銅を溶出する。日本及び諸外国とも塗料製品での使用割合は非常に高く、本調査で算出した PEC/PNEC 比は、塗料の現実的な使用状況での PEC/PNEC 比に近いものと考えられる。したがって、亜酸化銅を使用する塗料に由来する銅の環境への影響は低いとは言えないと考えられる。日本での報告は得られなかったが、海外では、海域の溶存態銅濃度について、英国での 1999～2001 年に実施された Marine Monitoring Programme の 80 地点において  $0.738\sim 4.73\mu\text{g/L}$  であったこと (CEFAS 2004)、米国での 2006～2007 年にワシントン州が実施した 2 箇所のマリナーを対象とした調査で港の出口付近及び奥部において  $0.24\sim 4\mu\text{g/L}$  及び  $3.3\sim 12\mu\text{g/L}$  であったこと (Washington State Department of Ecology 2007) が報告され、沿岸海域や港の環境水から PNEC を越える濃度で検出されている。銅及び無機銅化合物については、欧州連合によって詳細な検討に基づくリスク評価が実施されている (European Union 2008)。また、米国や豪州等では銅に関して海域での水質基準が設定されている (U. S. Environment Protection Agency 2004; Australia Environmental Protection Authority 2002)。したがって、今後の塗料使用については、特に国際的な動向や諸外国の対応等に留意して、港湾環境への陸上起源の銅の負荷量等も考慮して検討することが必要と考えられる。

表 2.2-1 防汚物質の PEC/PNEC 比

CAS No.	物質名	横浜港						ロッテルダム港					
		In harbor			Surrounding			In harbor			Surrounding		
		Maximum	Average	Maximum	Average	Maximum	Average	Maximum	Average	Maximum	Average	Maximum	Average
137-26-8	メチルチラム <sup>*3</sup>	70	37	16	0.76	124	45	1.5	<0.1				
137-30-4	ジラム <sup>*3</sup>	20	13	7.3	0.41	31	14	0.63	<0.1				
330-54-1	ジクロロン <sup>*1</sup>	10	8.4	6.5	0.45	6.3	3.5	0.22	<0.1				
731-27-1	トリフルアミド <sup>*3</sup>	1.2	0.58	0.22	<0.1	2.4	0.88	<0.1	<0.1				
971-66-4	PK <sup>*3</sup>	18	9.5	3.9	0.18	37	14	0.49	<0.1				
1085-98-9	ジクロフルアミド <sup>*1</sup>	0.56	0.30	0.13	<0.1	1.1	0.42	<0.1	<0.1				
1111-67-7	チオシアン酸第一銅(全銅として) <sup>*1</sup>	0.57	0.50	0.42	<0.1	0.16	0.12	<0.1	<0.1				
1317-39-1	亜酸化銅(全銅として) <sup>*1</sup>	1.6	1.4	1.1	0.10	0.33	0.19	<0.1	<0.1				
1634-02-2	フナルチラム <sup>*4</sup>	0.26	0.21	0.17	<0.1	0.13	0.07	<0.1	<0.1				
1897-45-6	クロロタロニル <sup>*3</sup>	23	17	12	0.77	31	16	0.92	<0.1				
12122-67-7	ジネブ <sup>*3</sup>	1.8	1.5	1.2	<0.1	1.1	0.60	<0.1	<0.1				
13167-25-4	IT354 <sup>*4</sup>	0.11	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1				
13463-41-7	亜鉛ピリチオン <sup>*1</sup>	0.68	0.20	<0.1	<0.1	1.2	0.26	<0.1	<0.1				
14915-37-8	銅ピリチオン <sup>*1</sup>	0.87	0.16	<0.1	<0.1	1.4	0.21	<0.1	<0.1				
28159-98-0	イルガロール <sup>*1</sup>	1350	1120	874	61	796	440	29	1.4				
64359-81-5	Sea-nine 211 <sup>*1</sup>	5.7	3.7	2.2	0.13	10	4.6	0.23	<0.1				
(参考)	トリブチルスズ	444	365	281	19	316	173	11	0.55				
	全亜鉛 <sup>*5</sup>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1				
	チオシアン酸第一銅 <sup>*6</sup>	2240	1885	1479	104	510	282	18	0.91				
	亜酸化銅 <sup>*6</sup>	215	181	143	10	49	27	1.8	<0.1				

\*1: PECを溶出速度及び分解速度ともに既存文献データを用いて計算した物質。

\*2: PECを溶出速度は既存文献データが得られなかったため 0 と仮定して計算した物質。

\*3: PECを溶出速度は塗料含有量データに基づく試算値又は仮定値(5µg/cm<sup>2</sup>/day)、分解速度は既存文献データを用いて計算した物質。

\*4: PECを溶出速度は塗料含有量データに基づく試算値又は仮定値(5µg/cm<sup>2</sup>/day)、分解速度は既存文献データが得られなかったため 0 と仮定して計算した物質。

\*5: 亜鉛の含有量が最も高い亜鉛ピリチオンでの予測環境中濃度(PEC<sub>add</sub>)とPNEC<sub>add</sub> = 3µg/Lを基に算出した値。

\*6: チオシアン酸第一銅または亜酸化銅として評価した場合のPEC/PNEC比。

### 2.2.3 PEC/PNEC 比に基づく環境影響評価における課題の整理

本調査では、各防汚物質について既存データに基づいて算出した PEC/PNEC 比から環境影響の解析を行ったが、信頼性の高い評価を行うために今後解決を必要すると考えられる課題が作業過程において抽出された。これらを、以下にとりまとめた。

#### (1) 予測無影響濃度 (PNEC) に関する課題

防汚物質等の化学物質の水生生物に対する予測無影響濃度 (PNEC) は、既存データに基づいて毒性値 (急性又は慢性) の最小値を適切なアセスメント係数で除すことで算出する。通常、アセスメント係数は毒性データの充実度に応じて 10~10000 を適用するため、既存のデータが少ない場合はアセスメント係数が大きくなり、その結果として PNEC が過小に設定 (毒性を過大に評価) されてしまう場合もあると考えられる。例えば、銅については、毒性データが非常に豊富なためアセスメント係数として 2 を適用した信頼性の高い PNEC が設定されている。一方で、本調査の対象とした PK については、毒性データが少なかったために PNEC が過小に設定されたことも PEC/PNEC 比が大きくなった一因と推察された。また、これとは逆に、防汚物質に対する感受性が低い試験生物による毒性データしかない場合には、PNEC が過大に設定 (毒性を過小に評価) されることもあり得る。

PEC/PNEC 比に基づく評価をより実環境に近づけるためには、毒性データが少なく大きなアセスメント係数が適用されている物質について、毒性データの充実、特に船底塗料に使用する防汚物質については海生生物での慢性毒性データの充実を図ることが必要である。

#### (2) 予測環境濃度 (PEC) に関する課題

防汚物質の環境中濃度を予測する場合、それらの船底塗装から環境中 (海水中) への溶出速度あるいは溶出量を正確に把握することは極めて重要である。塗装からの防汚物質の溶出速度については、国際標準化機構 (ISO) や米国材料試験協会 (ASTM) において規格化された試験法もある。しかし、これらの試験法で査定した溶出速度は、実際の船舶からの溶出速度よりも過大になっているとの指摘もある。例えば、塗料の種類によっては、実験室内での試験法から見積もられた溶出速度はマスバランス法よりも相当大きくなると指摘されている。塗膜からの防汚物質の溶出は、塗料の溶出機構、海水の温度、pH あるいは塩分、海水中の有機質の種類や量、溶存酸素量等の要因で変動する。また、船舶の運航形態や運航履歴、塗装面の汚損状態等の要因でも変動する。このように実際に船舶に塗装された塗膜から環境中に溶出 (負荷) する防汚物質の査定には不確定な要素も多い。

現在、ISO TC35/SC9/WG27 において、実験室内での試験法 (ISO 15181) に加えて、マスバランス法 (ISO/DIS 10890)、実際に船舶に塗装された塗膜から直接溶出量を測定する方法等、溶出速度の測定方法について比較検討が進められている。PEC/PNEC 比に基づく評価をより実環境に近いものにするためには、塗料ごとの変動幅も含め

溶出速度の妥当な測定方法を確立させ、そのデータを PEC の推定に取り込むことが重要である。

一方で、船底塗装からの溶出以外にも、物理的な衝撃や付着生物の脱落や除去等に伴い塗装面から剥離した塗装片も防汚物質の環境負荷源になる。本調査で算出した防汚物質の PEC には、このような塗装面から剥離した塗料片由来の負荷量は見積られていない。例えば、船体付着生物の除去を港湾内で行った場合に、それに伴って塗料片の環境への負荷量も増えることが予想される。このような塗装剥離片の海域への負荷やそれらを起源として海中に溶出する防汚物質等についての検討も必要である。

### (3) その他の課題

前述のように、実際に船舶に塗装された塗膜からの防汚物質の溶出速度(環境への負荷量)は、塗料の種類、船舶の運航形態や運航履歴、塗装面の汚損状態等の要因でも変動するため、それを正確な査定を行うには不確定な要素も多い。また、例えば、塗装面から剥離塗料片が港湾内の特定の場所に負荷(堆積)された場合に、その周辺に防汚物質の環境中濃度が局所的に高い水域(ホットスポット)が形成されることも考えられる。このような状況をシミュレーションモデル等で正確に予測することは難しい。そのため環境モニタリングによる防汚物質の実環境中での濃度や分布の把握も必要と考えられる。

## 2.3 防汚塗料の船舶への適用事例

### 2.3.1 船種別の防汚塗料

本事業では、外航船を主対象としているため、ここでは船種による防汚塗料の違い等について調べた。

対象とする塗料は、(社)日本塗料工業会自主管理登録品(平成20年7月15日時点)の407製品とし、これらの塗料について、一般に公表されている情報から、各塗料の塗布対象となる船種に関する情報を集計した。集計の結果、多くの塗料で塗布対象となる船種に関する情報が得られないあるいは船種を特定していない状況であり、実際に塗布対象となる船種が特定されたのは4社54製品であった。そして、得られた情報の範囲内ではあるが、その内訳を見ると製品は外航船を対象としたものが最も多い結果であった(図2.3-1)。

また、その対象船種別に塗料の作用メカニズムと含まれる防汚物質を図2.3-2、図2.3-3にまとめた。塗料の作用メカニズムでは、どの船種でも自己研磨型が最も多く、防汚物質としては亜酸化銅、亜鉛ピリチオン、銅ピリチオンとPKの4物質が多かった。さらに、ここで塗料の防汚効果についての評価を行うことも試みたが、今年度は十分なデータが収集できなかったため次年度実施することとした。

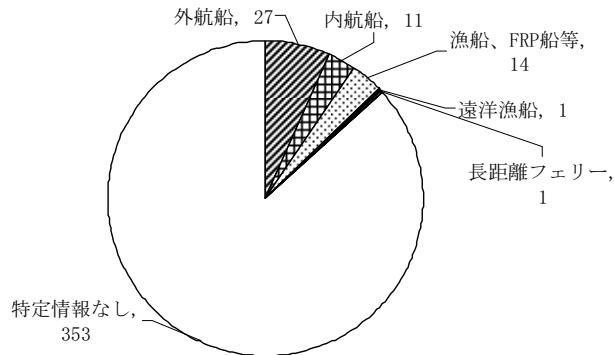


図 2.3-1 塗料の対象船種による分類

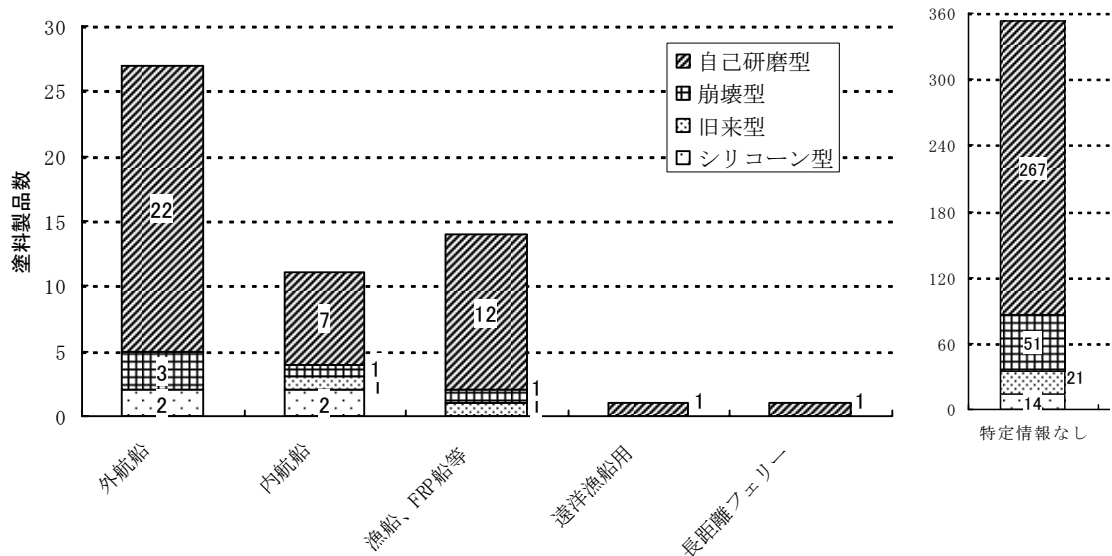


図 2.3-2 塗料の対象船種毎の作用メカニズム

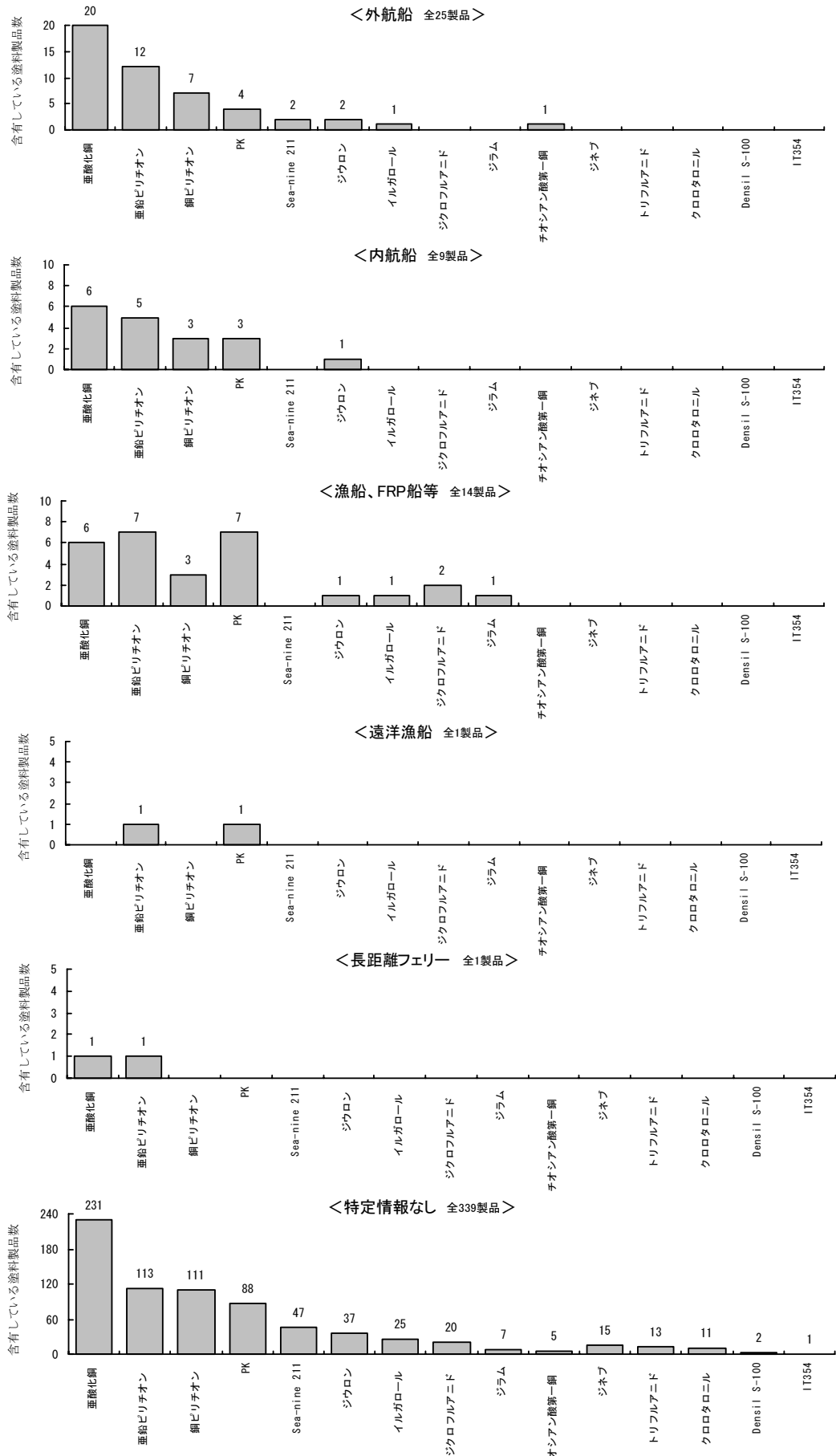


図 2.3-3 塗料の対象船種毎の防汚物質

また、各塗料のコストと防汚メカニズムについての比較解析も試みたが、これらの情報を一概に比較することは困難であったため、ここでは大まかではあるが塗料の作用メカニズムによる長所と短所をまとめた(表 2.3-1)。評価としては、(社)日本塗料工業会自主管理登録品の製品数でも最も多いように現在自己研磨型が最も多く利用されていると考えられた。また、実際に次項でまとめたアンケートから得られた外航船で使用されている塗料もすべて自己研磨型であった。

表 2.3-1 塗料の作用メカニズムによる長所と短所

型	長 所	短 所
自己研磨型	<ul style="list-style-type: none"> <li>最も多く利用されている(費用対効果が高い)。</li> <li>耐用年数は長く、5年も可能。</li> </ul>	
崩壊型	<ul style="list-style-type: none"> <li>汎用性がある。</li> <li>比較的安価である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>防汚の性能は自己研磨型より劣るとの評価がある。</li> <li>耐用年数は2.5年。</li> </ul>
旧来型	情報が得られなかった	
シリコーン型	<ul style="list-style-type: none"> <li>防汚物質を使用しないため、環境適正がある。</li> <li>耐用年数は5年も可能。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>使用の実績が少ない(歴史が浅い)。</li> <li>塗装施工性が悪い(旧塗膜の全面除去が必要)。</li> <li>運行状況により汚損が進む可能性がある。</li> <li>値段は自己研磨型の3倍程度高い(ただし、その後のメンテナンス費用は少なくなる)。</li> </ul>



### 2.3.2 防汚塗料の既存船舶への適用事例

1.3節の聞き取り調査から得られた既存船舶に関する情報のうち、防汚塗料に関する情報を以下にまとめた。

#### (1) 使用している塗料の種類

使用している塗料については、18件のうち15件から回答が得られた。この塗料に関する情報を表2.3-2にまとめた。使用されている塗料の作用メカニズムは全て「自己研磨型」であること(表2.3-2、図2.3-4)、防汚物質としては、「亜酸化銅」あるいは「亜鉛ピリチオン」のいずれかを含んでいるものであった(表2.3-2)。

使用されている塗料の作用メカニズムと防汚物質の種類は先に示した(社)日本塗料工業会自主管理登録品の傾向(自己研磨型が最も多い、主な防汚物質は数物質である)と同じであった。

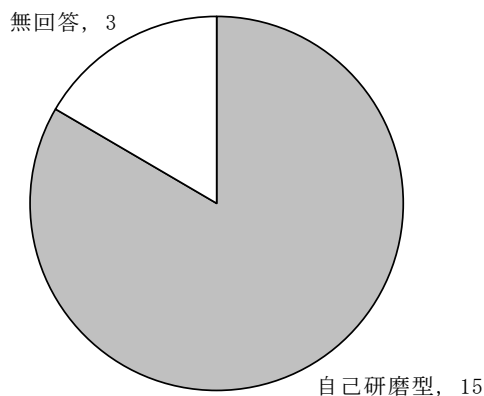


図 2.3-4 使用している塗料の種類(回答数 18 件)

#### (2) 船体の部位による防汚塗料の使い分け

船体の部位による防汚塗料の使い分けについては、18件の回答のうち6件で部位による使い分けを行っているとの回答が得られた。現在部位による塗料の使い分けは全体の半数以下であることがわかった(図2.3-5)。

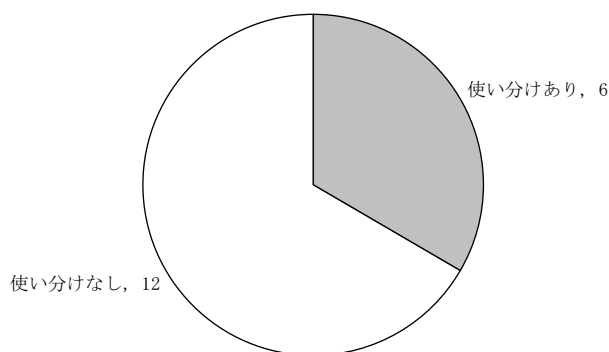


図 2.3-5 船体部位による防汚塗料の使い分けの実施状況(回答数 18 件)

表 2.3-2 使用されている塗料に関する情報

船種	総トン数	塗料製品名	作用メカニズムの型	含有成分							
				亜酸化銅	亜鉛ピリチオン	銅ピリチオン	P K	S n 2 e i l - e	イルガロール	ジネブ	第一銅チオシアン酸
原油タンカー	159,566	タカタクオンタム (NKMコーティングス)	自己研磨	●							
				●		●					
	159,929	SEA GRANDPRIX-CF10 (中国塗料)	自己研磨		●		●				
				●	●				●		
	160,079	ECOROFLEX 200 (日本ペイント)	自己研磨	●	●						
				●	●						
	160,068	ECOROFLEX 250 HYB (日本ペイント)	自己研磨	●		●					
				●	●						
152,041	クオンタムプラス (NKMコーティングス)	自己研磨	●		●						
			●						●		
160,068	ECOROFLEX SPC100 (日本ペイント)	自己研磨	●	●						●	
			●	●							
160,068	ECOROFLEX SPC250 HYB (日本ペイント)	自己研磨	●		●						
			●	●							
石炭専用船	48,032	KOBE SUPER AF (神戸ペイント)	自己研磨	●		●					
				●	●		●				
				●							
	58,098	SEA GRANDPRIX-1000 (中国塗料)	自己研磨	●		●					
55,945	SEA GRANDPRIX-500 (中国塗料)	自己研磨	●		●						
48,323	SEA GRANDPRIX-1000 (中国塗料)	自己研磨	●		●						
鉄鉱石専用船	87,803	タカタクオンタム (NKMコーティングス)	自己研磨	●							
				●		●					
	115,741	タカタクオンタム (NKMコーティングス)	自己研磨	●							
●					●						
53,822	シーフォース 30 (NKMコーティングス)	自己研磨	●						●		
コンテナ船	68,687	SEA GRANDPRIX-CF10 (中国塗料)	自己研磨		●		●				
	68,687	SEA GRANDPRIX-CF10 (中国塗料)	自己研磨		●		●				
	53,822	ECOROFLEX SPC100 (日本ペイント)	自己研磨	●	●						
	53,822	SEA GRANDPRIX-500 (中国塗料)	自己研磨	●		●					
				●		●		●			
	SEA GRANDPRIX-1000 (中国塗料)	自己研磨	●		●						

注)聞き取り調査から得られた塗料製品名には、製品のシリーズ名等を示している場合があり、厳密にはどの製品を示しているか判断できない場合があった。この場合には想定される全ての製品の含有成分パターンを示しているため、1つの塗料製品名に対し、含有成分が複数通り示されている場合もある。

### 3 船体付着経由での外来生物移入リスクの低減に関する検討

この章では、船体付着経由での外来生物移入リスクを低減する方法を策定するために、まず日本を発する船舶の船体が諸外国の港へもたらす生物移入リスクを評価した。日本から移入リスクをもたらす恐れがある対象港として、北米航路のコンテナ船の寄港地としてロングビーチ、オーストラリア航路のバルクキャリアーの寄港地としてダンピアとニューキャッスル、中東航路の原油タンカーの寄港地としてイランのカーグアイランドの4港を選定した。日本から持ち込まれる可能性のある外来種候補として、これまで諸外国で外来種として記録された日本ないし周辺海域にせい息する種をピックアップし、それらの種が4港へ定着する潜在性の高さを評価した。なお、ここでは、すでに移入している種についても、以下に掲げる理由によって検討の対象に含めた。

- ① すでに定着した種に対して規制や撲滅の対策が取られている場合、その種の新たな持ち込みはそのような対策への障害となる。
- ② すでに定着した種が日本のものとは別の遺伝子集団に属する場合、同一種であっても日本からの持ち込みは新たな移入になる。
- ③ すでに定着した種の個体群が小規模で何の問題を起こしていない場合でも、持ち込みの繰り返しは個体群の大規模化とそれに伴う種々の問題を引き起こす恐れがある。

定着潜在性の評価にあたっては、水温から判断される気候帯と塩分の2つの環境要素を用い、生物せい息地域と対象港間のそれらの類似性を評価基準とした。ついで、定着潜在性が高いと評価された種については影響・被害事例をもとに防除重要度のランク付けを行った。ランク付けの結果、防除重要度が9以上と高かった種は、北米航路のロングビーチ港ではエゾカサネカンザシ、ムラサキイガイ、マガキ、ワカメなど11種類、豪州航路のダンピア港ではマガキ、マンハッタンボヤの2種、ニューキャッスル港ではエゾカサネカンザシ、ムラサキイガイ、マガキ、ワカメなど11種、中東航路のカーグアイランド港では防除重要度9以上の種はなかったが、防除重要度8としてミズケラゲ、タテジマフジツボ、サラサフジツボの3種が挙げられた。このように、航路ごとに対象とすべき生物種を特定することによって、同じ船型・船種であっても付着作業の頻度および場所を最小・最適化することが可能であると考えられる。

また、これらの結果をもとに、実際に船舶がそれらの種を船体に付着させて輸送する場合を想定して、定着潜在性が高く、防除重要度も高い種が特定の港へ定着する潜在性の大きさを、船舶の出渠後の積算停泊期間、種の産卵期または付着期を条件に再評価した。さらに、船体の部位による生物付着の違いを考慮し、船体付着防止と除去対策についても検討した。

### 3.1 船体付着経路での外来生物の移動・侵入に関する知見

海洋生物の移入手段として、船体付着が大きな役割を果たすことは1990年代後半からいくつもの論文や報告書の中で取り上げられてきた(Rainer 1995、Lewis 2001、Gollasch 2002、Godwin 2003、Coutts and Taylor 2004、Coutts and Dodgshun 2007)。その中では、現在外来種として知られる多くの種類が船体付着生物として記録され、船体付着によって外来種が移動する実態が明白に示されている。

外来生物は、これまで移入先で人の健康や社会・経済、生態系にさまざまな問題を引き起こしてきたことが知られるが、船体付着で移入する種もそのような問題を引き起こす可能性を持っている。そのような問題を避けるため、すでにいくつかの国または地域では船体付着による移入を防ぐため異なるさまざまな地域規制が行われたり、また行われようとしている。この概要についてはTakata et al. (2006)をもとに表 3.1-1に示した。しかし、これらの規制は、現在、BLG 船体付着コレスポンデンスグループで、統一された船体付着生物量を低減する方法が議論されていることもあって、2010年以後、同統一ガイドラインが策定・実施されることがあれば、それに沿った形で改訂・廃止される可能性がある。

このような世界の動きの中では、船舶が諸外国の港へ入港する際、その船舶がどのような付着防止技術や除去技術を採用しているかや、どの程度の移入リスクを負っているかなどを証明する必要がでてくる可能性もある。

そこで、ここでは移入リスクに関する対応への試みとして、日本を発する船舶が諸外国の港へもたらす移入リスクを評価する方法について検討を行った。

移入リスクを評価するにあたって、まず、日本から移入リスクをもたらす恐れがある対象港を設定した。それらの港は、北米のロングビーチ港、オーストラリアのダンピア港、ニューキャッスル港、イランのカーグアイランドの4港である。次いで、過去に日本から諸外国へ移入した種を調べ、それらの種が4港へ定着する潜在性の高さを評価した。評価にあたっては水温から判断される気候帯と塩分の2つの環境要素を用い、生物せい息地域と対象港間のそれらの類似性を評価基準とした。定着潜在性が高いと評価された種については影響・被害事例をもとに防除重要度のランク付けを行った。これらの結果をもとに、実際に船舶がそれらの種を船体に付着させて輸送する場合を想定して、定着潜在性が高く、防除重要度も高い種が特定の港へ定着する潜在性の大きさを、船舶の出渠後の積算停泊期間、種の産卵期または付着期を条件に再評価した。さらに、船体の部位による生物付着の違いを考慮し、船体付着防止と除去対策について検討した。

表 3.1-1(1) 各国ないし地域にみる現行の船体付着規制の概要

Country/State/ Port	Management Strategy	Details
米国連邦レベル	Embedded in ballast water regulation (バラスト水への規制条 項内に記述)	錨および錨鎖を、アンカーした場所で洗い流す。
米国 California 州	Embedded in ballast water statute (バラスト水への規制条 項内に記述)	船体、海水冷却内部配管およびタンクに付着した生物を取り除く。廃棄物は郡法、州法および連邦法に基づいて処分する。
米国 Hawaii 州	Information framework targeting high risk vessels (Proposed)	事前対策：外来種教育およびその支援、到着船舶の監視および移入危険性の高い種が到来するリスク評価を行うこと 対応対策：移入危険性が高い事象が起きた際に、迅速な対応や調査の実施。 将来の防止対策 ・ 港内滞在時間の制限 ・ 検疫の実施 ・ 港湾外での船体洗浄の実施など
New Zealand	Survey (On ballast water declaration form)	下記の質問を個船に対して実施 1. 本船が最後にドライドック入りして船体洗浄した時と場所は？ 2. 本船が最後にドライドック入りもしくは船体洗浄してから、3ヶ月以上係船されていたか？ 「はい」ならば係船時期(開始日と終了日)と場所を述べよ。 3. ニュージーランドにおいて船体洗浄を考えているか？もし「はい」ならばその時期と場所を述べよ。
	Voluntary Codes of Practice (Fishing Industry)	外国籍もしくは外国から用船された漁船はニュージーランドの排他的経済水域に進入際に船体に植物もしくは動物を付着させていてはならない。 上の事実が証明できない場合、漁船はその仕出地で出港前に検査を受け洗浄されねばならない。もしくはニュージーランド国内にて検査の上、必要とあれば外来生物が海洋環境に侵入しないよう付着物を取り除かなければならない。

表 3.1-1(2) 各国ないし地域にみる現行の船体付着規制の概要

Country/State/ Port	Management Strategy	Details
Australia	禁止条項 (States/Territories/ Ports)	複数の州および特別地域ではアンダーウォータークリーニングの実施を禁止している。これらの多くは、陸上で掻き落とされた付着生物片についても、その隔離および処分規定を定めている。
	規則 (Vessels less than 25 m)	アンカリングのための機械および海水冷却内部配管における海洋有害生物や付着生物の付着を防ぎ、オーストラリアへ向けての最終港を出港する前に、 <ul style="list-style-type: none"> <li>・到着前一ヶ月以内に船体洗浄する、もしくは</li> <li>・到着前一年以内に防汚塗料を塗布する、もしくは</li> <li>・到着前一週間以内に船体表面を洗浄・平滑化作業のための手続きをする(洗浄作業は、取り除かれた物質が海から離れた場所で集められ、かつ処分可能な造船台にて行われなければならない)。</li> </ul>
Australia and New Zealand Environmental Conservation Council (ANZECC)	Codes of Practice	特別の事情がない限り、アンダーウォータークリーニング作業を禁止する。ただし、シーチェスト、冷却水取り込み口、船体の開口部については、掻き落とされた生物が海へと排出されない場合に限り、その限りでない。プロペラポリッシングはその限りではない。
Merchant Classification Societies	Requirements (Applies to majority of merchant fleet)	ドライドックの実施は、船級協会の要請に基づくものとする。一般的には、ドライドックの実施は5年おきとし、船体の洗浄と再塗装を行うものとする。ただし、運航会社などの判断により延期可能。 中間のアンダーウォータークリーニング作業の実施は運航会社などの判断により行うものとする。燃費が増加した場合に実施されることが通常である。

Takata et al. 2006 より和訳作成

### 3.1.1 とりまとめの概要

本来、日本国内にせい息する種はどの種も外来種となりうる潜在性を持つが、すべての種を対象にその潜在性を検討することは容易ではない。そこで、ある場所で外来種として記録された種は、他でも外来種となりやすいという考えに立ち、これまで諸外国で外来種として記録された日本ないし周辺海域にせい息する種および日本ですでに外来種として記録され、二次的移入が懸念される諸外国を起源とする種を取り上げ、それらが対象港へ定着する潜在性について検討を行った。

日本から外来種候補が持ち込まれる対象港には北米航路のコンテナ船の寄港地としてロングビーチ、オーストラリアのバルクキャリアーの寄港地としてダンピアとニューキャッスル、中東の原油タンカーの寄港地としてイランのカーグアイランドを選定した。

評価は以下の2つの項目に分けて行った。

報告書の中で用いた、「移入」、「定着」の用語は、Iwasaki et al. (2004)、Ruiz et al. (2000)を参考に以下のように定義した。

移入：過去あるいは現在の自然分布域外から、直接・間接を問わず種を人為的に持ち込むことを指し、その種がそこに定着した状態、および定着の成否が不明な状態の2つの区分を包括した概念。

定着：外来種が新しいせい息地で、継続的に生存可能な子孫を作ることに成功する過程のこと。本報告書では、その種のせい息地と移入地である港湾との間の環境要素(気候帯、塩分)が一致する場合、その種は定着の潜在的能力を有するものと判断した。

### 3.1.2 移入手段、経路について検討を行っている外来種情報の収集

移入手段、移入経路について検討を行っている外来種リストを含む資料を収集整理した。なお、外来種リストではないが、日本からの移入が明らかで、移入手段にも言及した個々の種に関する論文も対象とした。収集整理した論文は以下のとおりである(表 3.1-2)。

これらの資料は、「定着」や「定着の成否不明」などの移入の区分が明示されていないものも含んでいる。

表 3.1-2 本報告書で用いた移入手段、移入経路について検討を行っている世界の外来種リスト

対象国	文献
アメリカ合衆国	Cohen and Carlton (1952)、Eldredge and Smith (2001)、Cohen et al. (2002)、Silva et al. (2002)、Wonham and Carlton (2005)、Mathieson et al. (2007)、Miller et al. (2007)、The Smithsonian Environmental Research Center
アルゼンチン	Martin et al. (2006)
イギリス	Eno et al. (1997)
オランダ	Wolf (2005)
北海	Reise et al. (1999)、NOBANIS
北ヨーロッパ、バルト海	Baltic Sea Alien Species Database、NOBANIS
Aegean 海、Marmara 海、黒海、アゾフ海、カスピ海	Zaitsev、 Y. and B. Öztürk (eds) (2001)
オーストラリア	Hewitt and Martin (1996)、Hewitt et al. (2004)、Beechey and Willan (2007)、The Western Australian Museum
ニュージーランド	Cranfield et al. (1998)



### 3.1.3 日本および周辺海域から船体付着により移入したと推定される種

3.1.2に掲げた外来種リスト(表 3.1-2)から、船体付着を移入手段とし、日本および周辺海域にせい息する種を選び出し、一覧表を作成した(表 3.1-3)。ここで、日本だけでなく、「日本および周辺海域」としたのは、リストの中にはその起源を日本ではなく、Western Pacific(例 *Loxosomatoides laevis* : The Smithsonian Environmental Research Center)や the north-western Pacific(エボヤ : Eno et al. 1997)などと記し、日本に分布することは知られているが日本起源かどうか明確でない場合があるからである。なお、「周辺地域」の範囲は、シンガポールから中国、韓国、シベリア辺りまでを含む。

これらの資料の中には、種によって移入手段または移入経路のどちらかあるいは両方が「不明」と記されたものもある。このような種については次のような場合には表 3.1-3に含め検討の対象とした。1)移入手段が不明であるが日本および周辺海域が起源地であり、世界のどこかでその種が船体付着によって移入した記録がある場合、2)移入経路が不明であるが移入手段は船体付着であることが知られ、その種が日本および周辺海域に分布する場合、3)移入手段、移入経路ともに不明であるが、世界のどこかで船体付着によって移入した記録があり、かつ日本および周辺海域に分布することが知られる場合、4)日本およびその周辺海域からの移入手段は船体付着ではないが、その種がどこか他の場所へ船体付着で移入した記録がある場合。

ある国または地域で、日本および周辺海域にせい息する種の移入が船体付着と確認されなかった場合および日本および周辺海域からまったく移入がなかった国または地域は表 3.1-3には掲げなかった。そのような地域に北ヨーロッパおよびバルト海および Aegean 海、Marmara 海、黒海、アゾフ海、カスピ海がある。北ヨーロッパおよびバルト海では日本および周辺海域に分布する種の移入例としマガキとタマハキモクがあげられているが、前者は養殖のため意図的に移入したものからの北ヨーロッパへの自然分散であり、後者はフランスへ輸入された養殖カキに付着して移入したものが自然分散で北ヨーロッパ、バルト海へ広がったとされ、船体付着によって非意図的に移入したものではないためここでは省略した。また Aegean 海、Marmara 海、黒海、アゾフ海、カスピ海でも、マガキ、アカニシが確認されているが、いずれも日本および周辺海域からの直接の移入ではなく、移入手段も船体付着ではないため表 3.1-3には掲げなかった。

表 3.1-3からわが国から船体に付着して海外各地へ移入した種は、現在まで 81 種が知られる。最も多くの移入が知られるのはアメリカ合衆国の 44 種であり、次いでオーストラリア 30 種、ニュージーランド 27 種と続く。

表 3.1-3(1) 日本および周辺海域から船体付着によって移入したと推定される外来種の国または海域別一覧

No.	Phylum	Species	Japanese name	USA <sup>(1)-8)</sup>	Argentina <sup>9)</sup>	England <sup>10)</sup>	Netherlands <sup>11)</sup>	North Sea <sup>12)</sup>	Australia <sup>(13)-(15)</sup>	New Zealand <sup>16)</sup>
1	原生動物	<i>Trochammina hadai</i>	カマドトノミ	X						
2	海綿動物	<i>Sycon ciliata</i>	カサノボ							X
3		<i>Halichondria panicea</i>	ナミイカイメン							X
4	腔腸動物	<i>Sarsia japonica</i>	ニホンサシ							X
5		<i>Cladonema uchidai</i>	エダノカタガ	X						
6		<i>Gonionemus vertens</i>	カサノボ			X				
7		<i>Aurelia aurita</i>	ミスノクラ	X						
8	曲形動物	<i>Diadumene lineata</i>	タテノミ	X						
9		<i>Loxosomatoides laevis</i>				X				
10		<i>Barentsia matsushimana</i>								X
11	環形動物	<i>Typosyllis nipponica</i>	ミトノリリス	X						
12		<i>Neanthes succinea</i>	アサガコ	X					X	
13		<i>Boccardia proboscidea</i>							X	
14		<i>Pseudopolydora kempfi</i>	トノボ	X						
15		<i>Pseudopolydora pauchibranchiata</i>	コノボ	X					X	
16		<i>Hydroides ezoensis</i>	エダノボ			X				
17		<i>Pileolaria berkeleyana</i>				X				
18	触手動物	<i>Amathia distans</i>	ツノノボ	X						
19		<i>Zoobotryon verticillatum</i>	ホノボ	X						X
20		<i>Bowerbankia imbricata</i>	ホノボ							X
21		<i>Conopeum reticulatum</i>	シロノボ				X			
22		<i>Bugula neritina</i>	アサガコ	X						
23		<i>Tricellaria occidentalis</i>	ホノボ							X
24		<i>Schizoporella unicornis</i>	コノボ	X						
25		<i>Fenestulina malusii</i>	ホノボ							X
26		<i>Cryptosula pallasiana</i>	モンボ	X						
27	軟体動物	<i>Rapana venosa</i>	アサガコ	X						X
28		<i>Okenia plana</i>	ヒメノボ	X						
29		<i>Eubranchus misakiensis</i>	ミサキノボ	X					X	
30		<i>Cuthona alpha</i>								X
31		<i>Cuthona beta</i>								X
32		<i>Sakuraeolis enosimensis</i>	アサガコ							X
33		<i>Aeolidiella indica</i>	ミノボ	X					X	
34		<i>Musculista senhousia</i>	ホノボ						X	
35		<i>Limaria orientalis</i>	アサガコ						X	
36		<i>Crassostrea gigas</i>	カサノボ			X				
37		<i>Raetia pulchella</i>	アサガコ					X		
38	節足動物	<i>Ammonothea higendorfi</i>	アサガコ			X				
39		<i>Amphibananus reticulatus</i>	アサガコ					X		
40		<i>Balanus trigonus</i>	アサガコ							X
41		<i>Megabalanus rosa</i>	アサガコ						X	

文献: 1) Cohen and Carlton 1995; 2) Eldredge and Smith 2001; 3) Cohen et al. 2002; 4) Silva et al. 2002;

5) Wornham and Carlton 2005; 6) Mathieson et al. 2007; 7) Miller et al. 2007;

8) The Smithsonian Environmental Research Center; 9) Martin et al. 2006; 10) Eno et al. 1997; 11) Wolf 2005;

12) Reise et al. 1999; 13) Hewitt and Martin 1996; 14) Hewitt et al. 2004; 15) The Western Museum; 16) Cranfield et al. 1998.

表 3. 1-3 (2) 日本および周辺海域から船体付着によって移入したと推定される外来種の国または海域別一覧

No.	Phylum	Species	Japanese name	USA <sup>(1)-8)</sup>	Argentina <sup>9)</sup>	England <sup>10)</sup>	Netherland <sup>11)</sup>	North Sea <sup>12)</sup>	Australia <sup>13)-15)</sup>	New Zealand <sup>16)</sup>
42		<i>Megabalanus volcانو</i>	マサバシロ							X
43		<i>Neomyxis japonica</i>	ニホイサマ						X	
44		<i>Sinelobus stanfordi</i>	キヌイサマ	X						
45		<i>Paranthurus japonica</i>	ヤマトシナナツ	X					X	
46		<i>Cirrolana harfordi</i>	ニセオホリムシ	X						
47		<i>Dynoides dentifinus</i>	シラケウミシ	X						
48		<i>Synidotea laevidorsalis</i>	ウツノヘムシ	X						
49		<i>Parapleustes derzhavini</i>	ドンソウシナガ	X						
50		<i>Ampilthoe valida</i>	オウシ	X						
51		<i>Monocorophium achersicum</i>	アリアド	X						X
52		<i>Monocorophium insidiosum</i>	トシカ	X		X				X
53		<i>Monocorophium sextonae</i>				X				
54		<i>Graciliterella japonica</i>	ニホト	X						
55		<i>Caprella mutica</i>	コシト	X						
56		<i>Palaemon macrodactylus</i>	エビ	X					X	
57		<i>Scylla serrata</i>	ノコエ	X						
58		<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	ノコエ	X			X			
59		<i>Clunio tsushimensis</i>	ツシム	X						
60	棘皮動物	<i>Asterias amurensis</i>	マヒト	X					X	
61	原菜動物	<i>Ciona savignyi</i>	エウレ	X						X
62		<i>Ciona intestinalis</i>	カエ	X					X	
63		<i>Ascidia zara</i>	サ	X						
64		<i>Botryllus schlosseri</i>	カス	X					X	
65		<i>Botrylloides magnicoecus</i>	ム	X					X	X
66		<i>Botrylloides violaceus</i>	イ	X			X			
67		<i>Symplegma reptans</i>	コ	X						X
68		<i>Styela plicata</i>	シ	X					X	
69		<i>Styela clava</i>	エ	X		X		X	X	
70	脊椎動物	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	マ	X					X	
71		<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	マ	X					X	
72		<i>Acanthogobius pflaumi</i>	マ	X					X	
73	緑藻植物	<i>Codium fragile</i>	シ	X		X		X	X	
74	褐藻植物	<i>Undaria pinnatifida</i>	ウ	X		X		X	X	
75		<i>Sargassum filicinum</i>	サ	X		X		X	X	
76		<i>Sargassum muticum</i>	マ	X		X		X	X	
77	紅藻植物	<i>Grateloupia turrituru</i>	カ	X						X
78		<i>Gracilaria vermiculophylla</i>	カ	X						
79		<i>Anthamionella spirographidis</i>	カ	X		X		X	X	
80		<i>Neosiphonia harveyi</i>	キ	X		X		X	X	
81		<i>Polysiphonia senticulosa</i>	シ	X					X	
				44	1	12	9	10	30	27

文献: 1) Cohen and Carlton 1995; 2) Eldredge and Smith 2001; 3) Cohen et al. 2002; 4) Silva et al. 2002;

5) Wonham and Carlton 2005; 6) Mathieson et al. 2007; 7) Miller et al. 2007;

8) The Smithsonian Environmental Research Center; 9) Martin et al. 2006; 10) Eno et al. 1997; 11) Wolf 2005;

12) Reise et al. 1999; 13) Hewitt and Martin 1996; 14) Hewitt et al. 2004; 15) The Western Museum; 16) Cranfield et al. 1998.

### 3.1.4 日本の外来種情報の収集

移入手段、移入経路が明記された外来種リストは Otani (2004) が現在唯一のものであるためこれを用い、その後追加された外来種については、Iseda et al. (2007)、大谷 (2007) を用いた。

### 3.1.5 日本の海域に船体付着によって移入した種

3.1.4に掲げたリストおよび文献から船体付着によって日本に移入した種を選び出し表 3.1-4にまとめた。

表 3.1-4 船体付着によって世界からわが国へ移入した推定される種とその起源

No.	Phylum	Species	Japanese name	Native range
1	環形動物	<i>Hydroides elegans</i>	カサネカンザシ	S Asia-SW Pacific, Australia
2		<i>Hydroides dianthus</i>	ナデシコカンザシゴカイ	W Atlantic
3		<i>Ficopomatus enigmaticus</i>	カニヤドリカンザシ	S Asia-SW Pacific, Australia
4	軟体動物	<i>Crepidula onyx</i>	シマメノウネガイ	E Pacific
5		<i>Cuthona perca</i>		Brazil, Caribbean Sea
6		<i>Mytilus galloprovincialis</i>	ムラサキイガイ	Mediterranean
7		<i>Perna viridis</i>	ミドリイガイ	Indian Ocean, SE Asia
8		<i>Xenostrobus securis</i>	コウロエンカワヒバリガイ	Oceania
9		<i>Mytilopsis sallei</i>	イガイダマシ	Caribbean Sea
10	節足動物	<i>Amphibalanus amphitrite</i>	タテジマフジツボ	Unknown
11		<i>Amphibalanus improvisus</i>	ヨーロッパフジツボ	NE Atlantic
12		<i>Amphibalanus eburneus</i>	アメリカフジツボ	W Atlantic
13		<i>Balanus grandula</i>	キタアメリカフジツボ	NE Pacific
14		<i>Pyromaia tuberculata</i>	イッカクケモガニ	E Pacific
		<i>Callinectes sapidus</i>	アオガニ	NW to W Atlantic, Caribbean Sea
15		<i>Carcinus aestuarii</i>	チチュウカイミドリガニ	Mediterranean, Black Sea
16		<i>Rhithropanopeus harrisi</i>	ミナトオウキガニ	NE Atlantic
18	原索動物	<i>Polyandrocarpa zorrissentis</i>	クロマメイタホヤ	Unknown
19		<i>Molgura manhattensis</i>	マンハッタンホヤ	NE and NW Atlantic
20	褐藻植物	<i>Cutleria multifida</i>	ヒラムチモ	Mediterranean

注1) 日本の移入種は、Otani (2004)、Iseda et al. (2007)と大谷 (2007) に拠った。

### 3.1.6 北米、豪州、中東への移入実績

表 3.1-3に掲げた種はすでに世界各地への移入実績がある種であるが、これらが北米航路のコンテナ船、オーストラリア航路のバルクキャリアー、中東航路の原油タンカーの寄港地であるロングビーチ周辺(コンテナ船)、ダンピア、ニューサウスウェールズ州(バルクキャリアー)、カーグアイランド(原油タンカー)ですでに外来種としての実績を持つか否かを文献を基に整理した(表 3.1-5)。なお、カーグアイランドにはすでに *Aurelia aurita* (ミズクラゲ) の移入が知られるが、本種の分布は現在世界の海に広く知られており(Yasuda 1978)、Clerke et al. (2003) には起源地が示されていないため日本およびその周辺海域がそうとは断定できない。このため、表中のミズクラゲのカーグアイランドの欄には移入を示すマークを付さなかった。

さらに、わが国ですでに外来種となっている種もわが国を飛び石にしてロングビーチ周辺、ダンピア、ニューサウスウェールズ、カーグアイランドへ新たに移入することも考えられる。そこで、それを二次移入として、それらの種の定着潜在性についても検討することとした。そこでわが国で外来種として知られ、ロングビーチ周辺、ダンピア、ニューサウスウェールズ、カーグアイランドへすでに移入している種および外来種候補と考えられる種を文献を基に拾い出し、それらも表 3.1-5に加えた。

表 3.1-5(1) 日本およびその周辺から北米、オーストラリア、中東へ船体付着によつて移入した種と世界から日本へ移入した種のそれら4地域での分布

No.	Phylum	Species	Japanese name	Nation	USA	Australia	Islamic Republic of Iran
					Around Long Beach <sup>1)</sup>	Dampier <sup>2)</sup>	New South Wales <sup>3)</sup>
1	原生動物	<i>Trochammina hadai</i>	タマハナド`ロムシ				
2	海綿動物	<i>Sycon ciliata</i>	オカダ`ケツホ`カイメン				
3		<i>Halichondria panicea</i>	ナミイカイメン				
4	腔腸動物	<i>Sarsia japonica</i>	ニホンサルシア				
5		<i>Cladonema uchidai</i>	エダ`アシクラケ`				
6		<i>Gonionemus vertens</i>	カキ`ノテクラケ`				
7		<i>Aurelia aurita</i>	ミス`クラケ`				
8		<i>Diadumene lineata</i>	タテジ`マイソキ`ンチャク	X			
9	曲形動物	<i>Loxosomatoides laevis</i>					
10		<i>Barentsia matsushimana</i>					
11	環形動物	<i>Typosyllis nipponica</i>	ミドリシリス	X			
12		<i>Neanthes succinea</i>	アソナガ`ゴ`カイ				
13		<i>Boccardia proboscidea</i>					
14		<i>Pseudopolydora kempfi</i>	ドロオニスビ`オ				
15		<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	コオニスビ`オ	X			
16		<i>Hydroides ezoensis</i>	エゾ`カサネカンザシ`	X			
17		* <i>Hydroides elegans</i>	カサネカンザシ`			X	
18		* <i>Hydroides dianthus</i>	ナチ`シコカンザシ`シコカイ`				
19		* <i>Ficopomatus enigmaticus</i>	カニヤドリ`カンザシ`				
20		<i>Pileolaria berkeleyana</i>					
21	触手動物	<i>Amathia distans</i>	ツブ`ナリコケムシ				
22		<i>Zoobotryon verticillatum</i>	ホソダ`ワラコケムシ	X			
23		<i>Bowerbankia imbricata</i>	センナリコケムシ				
24		<i>Conopeum reticulum</i>	シロアミ`コケムシ				
25		<i>Bugula neritina</i>	アサコケムシ	X			
26		<i>Tricellaria occidentalis</i>	ホソサコケムシ				
27		<i>Schizoporella unicornis</i>	コブ`ヒラコケムシ			X	
28		<i>Fenestulina malusii</i>	キカメウス`コケムシ				
29		<i>Cryptosula pallasiana</i>	モンゲ`チコケムシ	X			
30	軟体動物	* <i>Crepidula onyx</i>	シマメノウ`フネガイ`				
31		<i>Rapana venosa</i>	アカニシ				
32		<i>Okenia plana</i>	ヒメイバラウ`ミウシ			X	
33		<i>Eubranchius misakiensis</i>	ミサキヒメ`ノウ`ミウシ				
34		<i>Cuthona alpha</i>					
35		<i>Cuthona beta</i>					
36		* <i>Cuthona perca</i>					
37		<i>Sakuraeolis enosimensis</i>	アカエラミノウ`ミウシ				
38		<i>Aeolidiella indica</i>	ミノウ`ミウシ			X	
39		* <i>Mytilus galloprovincialis</i>	ムラサキ`イガイ`	X			
40		* <i>Perma viridis</i>	ミドリ`イガイ`				
41		* <i>Xenostrobus securis</i>	コウロエン`カワヒバ`リガイ`				
42		<i>Musculista senhousia</i>	ホトキ`スガイ`	X			
43		<i>Limaria orientalis</i>	フクレユ`キミノ`				
44		<i>Crassostrea gigas</i>	マガキ	X		X	
45		<i>Raetia pulchella</i>	チヨノハナ`ガイ`				
46		* <i>Mytilopsis sallei</i>	イカ`イダ`マン`				
47	節足動物	<i>Ammothea hilgendorfi</i>	シマウミ`グ`モ`	X			
48		* <i>Amphibalanus amphitrite</i>	タテジ`マフジ`ツボ`	X	X	X	X
49		* <i>Amphibalanus eburneus</i>	アメリ`カフジ`ツボ`	X			
50		* <i>Amphibalanus improvisus</i>	ヨーロッパ`フジ`ツボ`				
51		<i>Amphibalanus reticulatus</i>	サラ`サフジ`ツボ`		X		
52		* <i>Balanus grandula</i>	キタアメリ`カフジ`ツボ`				
53		<i>Balanus trigonus</i>	サン`カフジ`ツボ`				
54		<i>Megabalanus rosa</i>	アカ`フジ`ツボ`		X		
55		<i>Megabalanus volcano</i>	オオ`ア`カフジ`ツボ`				
56		<i>Neomysis japonica</i>	ニホンイサ`サ`アミ`			X	
57		<i>Sinelobus stanfordi</i>	キスイ`イサ`イ`	X			
58		<i>Paranthura japonica</i>	ヤマトウミ`ナナ`フシ`	X			

文献: 1) Cohen et al. 2005; 2) Western Australian Museum; 3) Hewitt and Martin 1996; 4) Clarke et al. 2003.

注1) ×は種の分布地域

注2) 空欄は原産地であることを示す

注3) 灰色のセルは種の移入候補地

注4) \*を付した種は世界から日本へ移入した種

表 3.1-5(2) 日本およびその周辺から北米、オーストラリア、中東へ船体付着によって移入した種と世界から日本へ移入した種のそれら4地域での分布

No.	Phylum	Species	Japanese name	Nation			
				USA	Australia	Islamic Republic of Iran	
				Around Long Beach <sup>1)</sup>	Dampier <sup>2)</sup>	New South Wales <sup>3)</sup>	Kharg Island <sup>4)</sup>
59	節足動物	<i>Cirolana harfordi</i>	ニセナホリムシ			X	
60		<i>Dynoides dentisinus</i>	シリケンウミセミ				
61		<i>Synidotea laevidorsalis</i>	ワラジヘラムシ				
62		<i>Parapleustes derzhavini</i>	ドングリテングヨコエビ				
63		<i>Ampithoe valida</i>	モズミヨコエビ	X			
64		<i>Monocorophium achersicum</i>	アリアケトノロクダムシ	X			
65		<i>Monocorophium insidiosum</i>	トンガリトノロクダムシ	X			
66		<i>Monocorophium sextonae</i>					
67		<i>Grandidierella japonica</i>	ニホントロソコエビ	X			
68		<i>Caprella mutica</i>	コシトケワレカラ	X			
69		<i>Palaemon macrodactylus</i>	ユビナカスジエビ	X		X	
70		* <i>Pyromaia tuberculata</i>	イッカクケモガニ				
71		<i>Scylla serrata</i>	ノコギリガサミ				
72		* <i>Callinectes sapidus</i>	アオガニ				
73		* <i>Carcinus aestuarii</i>	チチュウカイミドリガニ				
74		* <i>Rhithropanopeus harrisi</i>	ミナトオウキガニ				
75		<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	ケフサイソガニ				
76		<i>Clunio tsushimensis</i>	ツシマウミスリカ				
77	棘皮動物	<i>Asterias amurensis</i>	マヒトデ				
78	原索動物	<i>Ciona savignyi</i>	ユウレイボヤ	X			
79		<i>Ciona intestinalis</i>	カタユウレイボヤ	X			
80		<i>Ascidia zara</i>	ザラボヤ	X			
81		<i>Botryllus schlosseri</i>	ウスイタボヤ	X			
82		<i>Botrylloides magnicoecus</i>	ムラサキキクボヤ				
83		<i>Botrylloides violaceus</i>	イタボヤ	X			
84		<i>Symplegma reptans</i>	コバンイタボヤ	X			
85		* <i>Polyandrocarpa zorritensis</i>	クロマメイタボヤ	X		X	
86		<i>Styela plicata</i>	シロボヤ	X		X	
87		<i>Styela clava</i>	エボヤ	X			
88		* <i>Molgula manhattensis</i>	マンハッタンボヤ	X		X	
89	脊椎動物	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	マハゼ			X	
90		<i>Acanthogobius pflaumi</i>	スシハゼ				
91		<i>Tridentiger trionocephalus</i>	アカオビシマハゼ			X	
92	緑藻植物	<i>Codium fragile</i>	ミル				
93	褐藻植物	* <i>Cutleria multifida</i>	ヒラムチモ				
94		<i>Undaria pinnatifida</i>	ワカメ	X			
95		<i>Sargassum filicinum</i>	シダモク	X			
96		<i>Sargassum muticum</i>	タマハハキモク	X			
97	紅藻植物	<i>Grateloupia turuturu</i>	ツルツル				
98		<i>Gracilaria vermiculophylla</i>	オゴノリ				
99		<i>Antithamnionella spirographidis</i>	ホリガサネ				
100		<i>Neosiphonia harveyi</i>	キプリイトグサ				
101		<i>Polysiphonia senticulosa</i>	ショウジョウケリ				
合計				34	3	14	1

文献: 1) Cohen et al. 2005; 2) Western Australian Museum; 3) Hewitt and Martin 1996; 4) Clarke et al. 2003.

注1) ×は種の分布地域

注2) 空欄は原産地であることを示す

注3) 灰色のセルは種の移入候補地

注4) \*を付した種は世界から日本へ移入した種

## 3.2 船体付着経由での外来生物の移動・侵入リスクの評価

### 3.2.1 とりまとめの概要

3.1節で整理した日本および周辺海域から世界各地へ移入した種、および日本へいったん移入し、ここからの二次的な定着が考えられる種について、北米、オーストラリア、中東の各港への定着潜在性の評価、および各港での防除重要度の評価を行った。評価にあたっては水温から判断される気候帯と塩分の2つの環境要素を用い、生物のせい息地域と対象港間のそれらの類似性を評価基準とした。定着潜在性が高いと評価された種については影響・被害事例をもとに防除重要度のランク付けを行った。

さらに、実際の船舶の船体に付着して定着する潜在性について、ニューキャッスルへ向かう船舶を想定し、入渠後の積算停泊期間、移入候補種の産卵期または付着期などの情報をもとに評価を行った。

BLG 船体付着コレスポンデンスグループ資料は、船体の生物汚損の状態および船体が外来種を輸送する可能性はさまざまな要因によって変化すると述べている。その変化をもたらす要因には、

- ① 防汚塗装の有無と防汚塗装工事の質
- ② 防汚塗料塗布後の経過時間、防汚塗料の種類、船舶の運航速度や運航形態を考慮した防汚塗料選択の適切性および防汚塗装の状態
- ③ 船体部位の違い
- ④ 停泊時間の長さ
- ⑤ 航行速度や港間の航海時間および航路の違い
- ⑥ 地理的条件や環境条件
- ⑦ 意図的および非意図的な付着生物剥離の有無
- ⑧ 生物汚損の程度と寄港回数
- ⑨ 有害種や病原菌が移入地でせい息するのに適した環境の有無

などがあげられている。

また、同資料で取り上げられた外来種がおよぼす影響については本報告書でも3.2.2(5)で取り上げたが、資料中の海洋環境へおよぼす影響は「生態系被害」の中で、人の健康への影響は「人の健康被害」の中で、海運や海岸施設への影響は「社会・経済被害」の中で、資源への影響は「社会・経済被害」の中でそれぞれ評価を行っている。

これらの作業手順はフローチャートに示すとおりであり(図 3.2-1、図 3.2-2)、その内容については以下に示すとおりである。



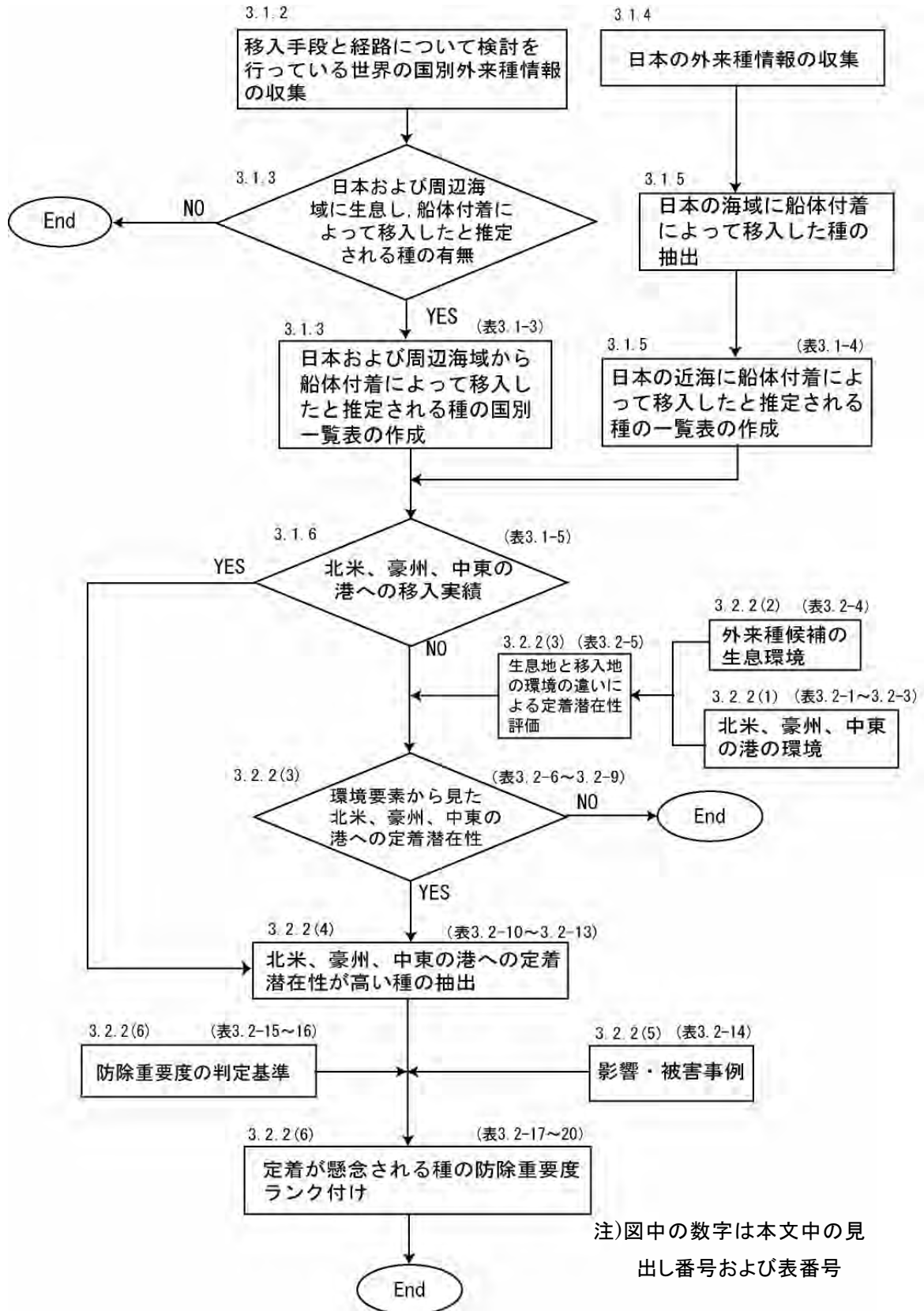


図 3.2-1 日本および周辺海域にせい息する種と日本への移入が知られる種の諸外国への定着潜在性の評価とそれらの防除重要度ランク付けのための作業手順

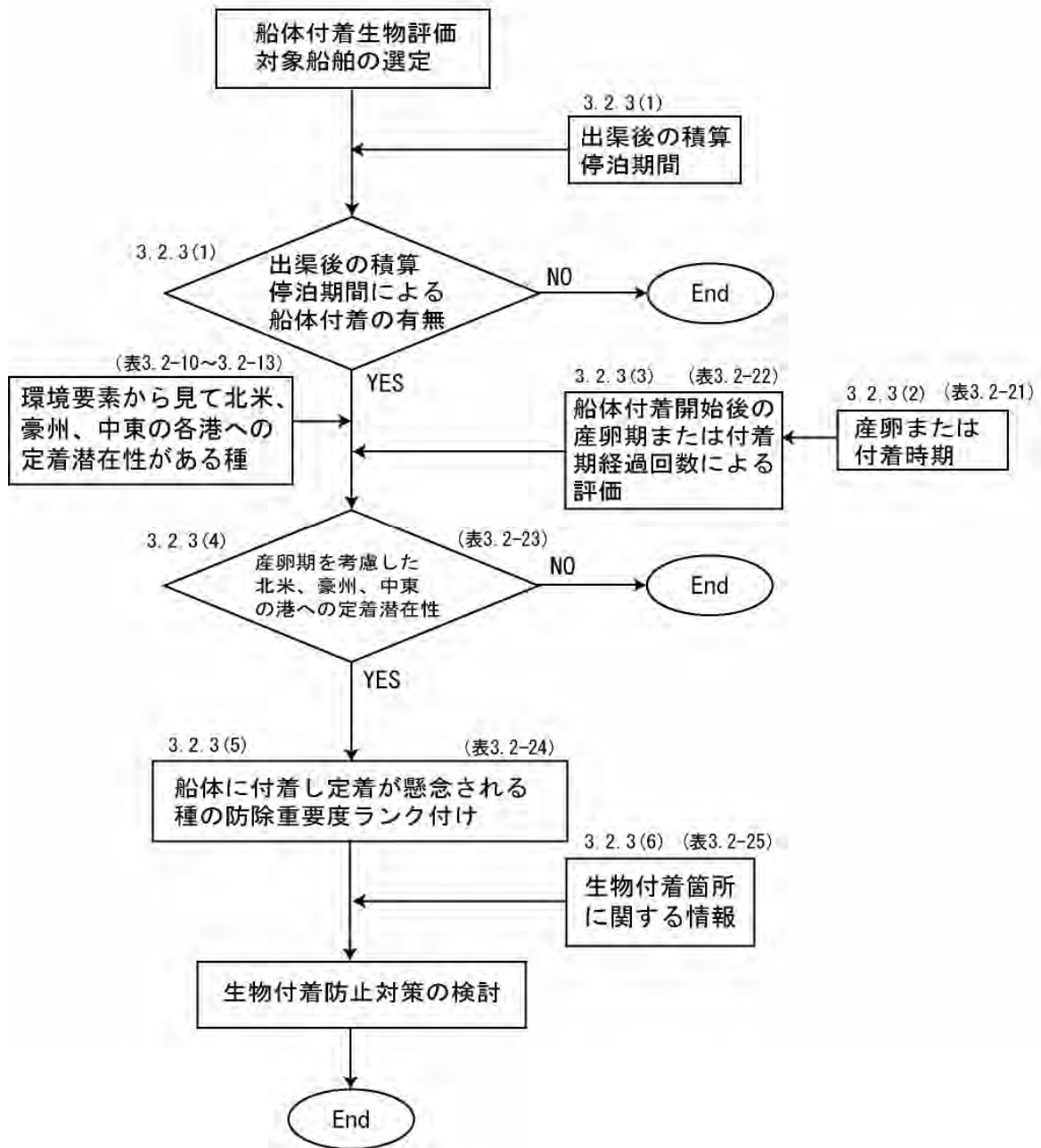


図 3.2-2 仮想船舶が輸送する外来種候補の定着潜在性の評価と生物付着防止対策の検討のための作業手順

### 3.2.2 諸外国への定着潜在性の評価とそれらの防除重要度ランク付け

#### (1) 北米、豪州、中東の港の環境

表 3.1-5中の灰色の部分は、表 3.1-5に掲げた種が現在確認されていない地域である。それぞれの種がこれらの地域で定着潜在性を有するか否かは、まず移入候補地の環境と外来種候補がせい息している環境が一致することが必要である。両者の環境がどの程度一致しているかを検討するにあたり、環境要素として気候帯と塩分を取り上げた。気候帯は水温の年間変動に基づいて Hall (1964) に従って区分されたもので、今回は5つの気候帯が区分されている(表 3.2-1)。塩分も Anonymous (1958) に従ってある幅で区切って塩分区分として表に整理した(表 3.2-2)。これを移入候補地であるロングビーチ、ダンピア、ニューキャッスル、カーグアイランドにあてはめると、これら4港の環境は表 3.2-3のようになる。

表 3.1-5に示した生物の分布は、ダンピア、カーグアイランド以外の2カ所は比較的広い範囲で示されているが、外来種の移入先は港湾であると仮定し、ロングビーチ周辺の環境はロングビーチ港で、ニューサウスウエールズ州の環境はニューキャッスルで代表させ、それらの港への定着潜在性を検討することとした。

外来種候補の気候帯、塩分区分については次項に示すとおりである。

表 3.2-1 Hall (1964) による海の気候帯区分

気候帯区分	定 義
冷温帯	水温が 10°Cを超える月が 4ヶ月未満
中間温帯	6ヶ月は 10°Cの月があり、15°Cの月が 4ヶ月以下
暖温帯	水温は年間を通じて 10°Cよりも低くならず、15°C以上の月が 4ヶ月以上ある
亜熱帯	水温は年間を通じて 10°Cよりも低くならず、約 4ヶ月間は 20°Cになる
熱帯	水温は年間を通じて 18°Cよりも低くならず、20°Cの月が 6ヶ月以上ある

表 3.2-2 Anonymous (1958) による塩分区分

塩分区分	定 義
Oligohaline	0.5 - <5 psu
Mesohaline	5 - <18 psu
Polyhaline	18 - <30 psu
Euhaline	30 - <40 psu
Hyperhaline	≥ 40 psu

表 3.2-3 北米、豪州、中東における 4 港の気候帯と塩分

	USA	Australia		Islamic Republic of Iran
	Long Beach	Dampier	Newcastle	Kharg Island
気候帯	暖温帯	熱帯	暖温帯	熱帯
塩 分	Euhaline	Euhaline	Euhaline	Hyperhaline

注) 対象港の環境は、Clarke et al. (2003) に拠った

(2) 外来種候補のせい息環境

これまで、北米、豪州、中東の 4 つの港のいずれかでまたはすべてで移入が確認されている種とまったく移入が確認されていない種について、二次的外来種候補も含めて外来種候補とし、それらのせい息地気候帯、せい息地塩分などの生態に関する情報を表 3.2-1、表 3.2-2 の区分に従って整理した(表 3.2-4)。

表 3.2-4(1) 表 3.1-5で抽出した種の分布および生態に関する情報

No.	Phylum	Species	Japanese name	生息地気候帯	生息地塩分	産卵期(一部定着期)	文献
1	原生動物	<i>Trochammina hadai</i>	タハマトロムシ	暖温帯～冷温帯	Mesohaline-Polyhaline	3月～5月	Kitazato and Matsushita 1996, Ruizt et al. 2000
2	海綿動物	<i>Sycon ciliata</i>	カダカホカイシ	暖温帯～中間温帯			稲葉 1988
3	腔腸動物	<i>Halichondria panicea</i>	ナミカイシ	熱帯～中間温帯	Polyhaline-Euhaline	4月～6月	稲葉 1982, Marlin BIOTEC
4		<i>Sarsia japonica</i>	ニホンサルシ	中間温帯～寒帯		4月～5月	Kubota 1992, Kramp 1961
5		<i>Cladonema uchidai</i>	エダアシクラゲ	暖温帯～寒帯	Polyhaline	6月下旬～9月上旬	Tsuchiya and Osanai 1978, 岡田 1965, Ruizt et al. 2000
6		<i>Gonionemus vertens</i>	カギノクラゲ	熱帯～冷温帯	Polyhaline-Euhaline	夏	Främmande Artek, 岡田 1965, Kramp 1961, Goto 1903, Ruizt et al. 2000
7		<i>Aurelia aurita</i>	ミスクラゲ	熱帯～冷温帯	Polyhaline-Euhaline	12月中旬～6月中旬(1月～3月盛期)	Yasuda 1978
8		<i>Diadumene lineata</i>	タジマインギンギヤク	熱帯～冷温帯	Mesohaline-Euhaline	無性生殖は任意, 有性生殖は7月終わり～9月始め	The Smithsonian Environmental Research Center, Smithsonian Marine Station at Fort Pierce, Fukui 1991, Inaba 1988
9	曲形動物	<i>Loxosomatoides laevis</i>		熱帯～冷温帯	Mesohaline-Polyhaline		Ruizt et al. 2000, The Smithsonian Environmental Research Center
10		<i>Barentsia matsushimana</i>		中間温帯		4月	Nielsen 1989, Toriumi 1951
11	環形動物	<i>Typosyllis nipponica</i>	ミドリシ	中間温帯～冷温帯			Imajima 1996
12		<i>Neanthes succinea</i>	アシガコカイ	熱帯～中間温帯	Mesohaline-Hyperhaline	6月～10月(黒海), 5月～10月(デンマーク)	稲葉 1982, Kuhl and Oglesby 1979
13		<i>Boccardia proboscidea</i>		中間温帯～冷温帯	Mesohaline-Euhaline	2月～7月	Sato-Okoshi 2000, Imajima and Hartman 1964
14		<i>Pseudopolydora kempfi</i>	トロニシヒオ	中間温帯～垂寒帯	Mesohaline-Euhaline	7月～4月?	Cohen and Carlton 1995, Imajima and Hartman 1964, Blake and Woodwick 1975
15		<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	コニシヒオ	暖温帯～中間温帯	Polyhaline-Euhaline	浮遊幼生の盛期は7月～10月	Sato-Okoshi 2000, NIMPISI, majima and Hartman 1964, Blake and Woodwick 1975
16		<i>Hydroides ezoensis</i>	エゾカサネザン	暖温帯～冷温帯	Mesohaline-Euhaline	4月～11月	Miura and Kajihara 1983, Imajima and Mitsuoka 1985, Eno et al. 1997
17	*	<i>Hydroides elegans</i>	カサネザン	熱帯～冷温帯	Mesohaline-Euhaline	周年(12月～4月がピーク)	Qiu and Qian 1998, Udhayakumar and Karande 1996, 荒川 1971, NIMPISI, Wisely 1958
18	*	<i>Hydroides dianthus</i>	ナニコザンゾコカイ	熱帯～垂寒帯	Mesohaline-Euhaline	7～8月	Dean and Hurd 1980, Leone 1970
19	*	<i>Ficopomatus enigmaticus</i>	カニヤトリカザン	熱帯～冷温帯	Mesohaline-Euhaline	5月～8月初旬, 8月下旬～12月初旬	岡本・渡辺 1997, Främmande ArtekObenat and PezzaniNIMPISI西 2002
20		<i>Pileolaria berkeleyana</i>		中間温帯～冷温帯	Polyhaline-Euhaline	5月以後, 周年(ポーツマス水族館)	Eno et al. 1997, Uchida 1971, Thorp 1986
21		<i>Amathia distans</i>	ツナリコカイ	熱帯～中間温帯	Euhaline	7月～8月	稲葉 1982, Winston 1995, Tsuchiya and Osanai 1978
22		<i>Zoobotryon verticillatum</i>	ホダノコカイ	熱帯～暖温帯	Polyhaline-Hyperhaline	7月～9月	Coleman 1999, 岡田 1965, Ruizt et al. 2000

注) \*を付した種は世界から日本へ移入した種

表 3. 2-4 (2) 表 3. 1-5で抽出した種の分布および生態に関する情報

No.	Phylum	Species	Japanese name	生息地気候帯	生息地塩分	産卵期(一部定着期)	文献
23		<i>Bowerbankia imbricata</i>	セウリコガムシ	熱帯～中間温帯	Eulyhaline-Hyperhaline	6月～7月、12月	稲葉 1982岡田 1965Emara and Belal 2004Tsuchiya and Osana 1978
24		<i>Conopeum reticulatum</i>	シロミコガムシ	熱帯～冷温帯	Polyhaline-Euhaline	7月～9月	岡田 1965、Hayward and Ryland 1998
25		<i>Bugula neritina</i>	フナガムシ	熱帯～冷温帯	Mesohaline-Euhaline	4月～11月	稲葉 1982、Ruiz et al. 2000、Mawatari
26	触手動物	<i>Tricellaria occidentalis</i>	ホソフサコガムシ	中間温帯～冷温帯	Polyhaline-Euhaline	4月～10月	Yanagi and Okada 1918、Kubota and Mawatari 1985
27		<i>Schizoporella unicornis</i>	ゴビラコガムシ	熱帯～冷温帯	Polyhaline-Euhaline	7月～9月盛期(周年)	稲葉 1982、Hayward and Ryland 1998、Ruiz et al. 2000
28		<i>Fenestrulina malusii</i>	ウツミコガムシ	熱帯～冷温帯	Mesohaline-Euhaline	5月～10月	稲葉 1982、岡田 1965
29		<i>Cryptosula pallasiana</i>	モウガチコガムシ	熱帯～中間温帯	Mesohaline-Euhaline	5月～12月(盛期7月～9月)(Norway)	稲葉 1982、Ruiz et al. 2000、Hayward and Ryland 1998
30	軟体動物	* <i>Crepidula onyx</i>	シマウツアネガイ	亜熱帯～中間温帯	Mesohaline-Euhaline	周年	Zhao 2002Coe 1949、Huang et al. 1984
31		<i>Rapana venosa</i>	アカニ	暖温帯～中間温帯	Mesohaline-Euhaline	5月～7月、6月～7月(オセアニック湾)	The Smithsonian Environmental Research Center、稲葉 1982、Ruiz et al. 2000
32		<i>Okenia plana</i>	ヒメハラムシ	熱帯～中間温帯	Polyhaline-Euhaline		Gosliner 2004、稲葉 1982、Baba 1960a、Ruiz et al. 2000、Sea Slug Forum
33		<i>Eubranchius misakiensis</i>	ミサキヒメラムシ	亜熱帯～冷温帯	Polyhaline-Euhaline		Baba 1960b、Hirano and Hirano 1990、Ruiz et al. 2000Sea、Slug Forum
34		<i>Cuthona alpha</i>		中間温帯		4月	稲葉 1982、Baba and Hamatani 1963
35		<i>Cuthona beta</i>		熱帯～中間温帯			高岡生物研究会
36		* <i>Cuthona perca</i>		亜熱帯～暖温帯			
37		<i>Sakuraeolis enosimensis</i>	アカエラムシ	熱帯～中間温帯	Polyhaline-Euhaline		稲葉 1982、Ruiz et al. 2000
38		<i>Aeolidiella indica</i>	ミラムシ	熱帯～中間温帯	Euhaline		稲葉 1982、Ruiz et al. 2000、Sea Slug Forum
39		* <i>Mytilus galloprovincialis</i>	ムラサキガイ	暖温帯～冷温帯	Mesohaline-Euhaline	5月～7月(神戸)(付着時期)	細見 1989、Aral 1999、荒川 1974、Hoshiai 1961、Zhongyan 2004、菊池 1998、安田・日比野 1986、Suchanek et al. 1997
40		* <i>Perna viridis</i>	ミドリガイ	熱帯～中間温帯	Polyhaline-Euhaline	8-9月(産卵期:江ノ島)	NIMPSRajagopal et al. 1998、吉安ほか
41		* <i>Xenostrobus securis</i>	コウロコガイ	暖温帯～冷温帯	Freshwater-Euhaline	8-10月(浜名湖)	Kimura and Sekiguchi 1996
42		<i>Muscullista senhousia</i>	ホトギスガイ	熱帯～亜寒帯	Mesohaline-Euhaline	春～初夏(定着期)	Ishii et al. 2001、Ruiz et al. 2000、Reusch et al. 1998、Crooks 2001、Ruiz et al. 2000
43		<i>Limaria orientalis</i>	フクレユキミ	熱帯～中間温帯	Mesohaline-Euhaline		稲葉 1982、A biotic database of Indo-Pacific marine mollusks
44		<i>Crassostrea gigas</i>	マガキ	熱帯～冷温帯	Mesohaline-Euhaline	5月～8月(定着期)	(社)日本水産資源保護協会 1981、稲葉 1982、Imai and Sakai 1961、Coombes et al. 2004

注)\*を付した種は世界から日本へ移入した種

表 3. 2-4 (3) 表 3. 1-5で抽出した種の分布および生態に関する情報

No.	Phylum	Species	Japanese name	生息地気候帯	生息地塩分	産卵期(一部定着期)	文献
45		<i>Raetia pulchella</i>	ヲハナダガイ	熱帯～冷温帯	Mesohaline-Euhaline	菊池 1978	
46	*	<i>Mytilopsis sallei</i>	カイヤマン	亜熱帯～暖温帯	Freshwater-Polyhaline	5月～8月, 11月～2月	NIMPS 2002, Morton 1989
47	節足動物	<i>Amnothera hilgendorfi</i>	シマウガモ	暖温帯～冷温帯	Polyhaline-Euhaline		Eno et al. 1997, Utinomi 1971
48	*	<i>Amphibalanus amphitrite</i>	タマシツブ	熱帯～中間温帯	Mesohaline-Hypersaline	周年 盛期(5～10月)	Smithsonian Marine Station at Fort Pearce, 荒川 1974, Iwaki 1992
49	*	<i>Amphibalanus improvisus</i>	ヨーロッパツブ	亜熱帯～冷温帯	Oligohaline-Euhaline	周年(盛期5～10月)	Iwaki 1992, Moor 1959, 山口 2002
50	*	<i>Amphibalanus eburneus</i>	アメリカツブ	熱帯～亜寒帯	Mesohaline-Euhaline	4～12月(盛期6～10月)	Iwaki 1992, Moor 1959, 山口 2002
51		<i>Amphibalanus reticulatus</i>	タマシツブ	熱帯～中間温帯	Polyhaline-Hyperhaline	4月～12月	稲葉 1982, 山口 1989
52	*	<i>Balanus grandula</i>	キタアメリカツブ	暖温帯～亜寒帯	Polyhaline-Euhaline	3月～6月(付着期)	加戸 2006, Berger 2006
53		<i>Balanus trigonus</i>	サカツブ	熱帯～冷温帯	Polyhaline-Euhaline	周年(盛期7月～8月)	稲葉 1982, Wernar Jr. 1967
54		<i>Megabalanus rosa</i>	アカツブ	熱帯～中間温帯	Polyhaline-Euhaline	3月～5月	Yamaguchi 1973, Henry and McLaughlin 1986, Ruiyu et al. 2007, Anil et al. 1990
55		<i>Megabalanus volcano</i>	オアフツブ	熱帯～中間温帯	Polyhaline-Euhaline	7月～10月	Yamaguchi 1973
56		<i>Neomysis japonica</i>	ニホンササミ	暖温帯～中間温帯	Mesohaline	3月上旬～12月上旬	Ishikawa and Oshima 1951
57		<i>Sinelobus stanfordi</i>	オホササミ	熱帯～亜寒帯	Fresh water-Mesohaline		Sieg 1980, 山西ほか 1991, Shiino 1965
58		<i>Paranthurus japonica</i>	ヤマカミナナシ	中間温帯	Polyhaline-Euhaline		稲葉 1988
59		<i>Cirolana harfordi</i>	ニホナナシ	熱帯～冷温帯	Polyhaline-Euhaline	周年(3月～5月は停止期)	稲葉 198, 8Johnson 1976, Brusca 1966, Bruce 1986, Bruce and Jones 1981
60		<i>Dynoides dentisus</i>	シシカクミゼ	暖温帯～中間温帯	Polyhaline-Euhaline		稲葉 1988
61		<i>Synidotea laevidorsalis</i>	ワラジハラムシ	中間温帯	Polyhaline-Euhaline	9月～10月	Chapman and Carlton 1991, Ruiz et al. 2000, Mees and Focke 1993
62		<i>Parapleustes derzhavini</i>	ドンクレンゴコエビ	中間温帯～冷温帯	Mesohaline-Euhaline		Ishimaru 1984, 石丸 1990, Ruiz et al.
63		<i>Ampithoe valida</i>	オシロコエビ	暖温帯～冷温帯	Oligohaline-Euhaline	5月～8月	Conlan and Bousfield 1982
64		<i>Monocorophium acherusicum</i>	アリカタウダエビ	熱帯～冷温帯	Oligohaline-Euhaline	8月～9月	Ruiz et al. 2000, 稲葉 1988, Bousfield and Hoover 1997, Crawford 1937
65		<i>Monocorophium insidiosum</i>	トウガリトウダエビ	熱帯～冷温帯	Mesohaline-Euhaline		Ruiz et al. 2000, 稲葉 1988, Bousfield and Hoover 1997
66		<i>Monocorophium sextonae</i>		暖温帯～冷温帯		2月～12月	Bousfield and Hoover 1997, Crawford 1937
67		<i>Grandidierella japonica</i>	ニホトウゴコエビ	暖温帯～寒帯	Oligohaline-Euhaline	周年(10月～1月は少ない)	Anonymous 1994, 稲葉 1988, Stephensen 1938, Xianqiu 2006, Ruiz et al. 2000
68		<i>Caprella mutica</i>	コンタケカサガエ	冷温帯～寒帯	Polyhaline-Euhaline	周年(春～夏 盛期)	西村 1995, Ashton 2006, Ruiz et al.
69		<i>Palaemon macrodactylus</i>	エビカサガエ	暖温帯～冷温帯	Oligohaline-Euhaline	4月中旬～10月下旬(SF Bay)	Siegfried 1980, 稲葉 1988, Kubo 1942, Beguer et al. 2007, Gnzalez-Ortegon et al. 2007, Ruiz et al. 2000
70	*	<i>Pyromaia tuberculata</i>	イカカクモカニ	暖温帯～冷温帯	Polyhaline-Euhaline	周年	Furuta and Kionoshita 2004
71		<i>Scylla serrata</i>	ノキリカサミ	熱帯～亜熱帯	Mesohaline-Polyhaline	周年(春, 秋 盛期), 飼育下では2～6月と9～11月に産卵	稲葉 1988, Smithsonian Marine Station at Fort Pearce, 大城 1988

注)\*を付した種は世界から日本へ移入した種

表 3. 2-4 (4) 表 3. 1-5で抽出した種の分布および生態に関する情報

No.	Phylum	Species	Japanese name	生息地気候帯	生息地塩分	産卵期(一部定着期)	文献
72		* <i>Callinectes sapidus</i>	アサガニ	熱帯～亜寒帯	Fresh water-Hyperhaline	3月～11月(ノースカロライナ)	Williams 1984
73		* <i>Carcinus aestuarii</i>	ササガニ	暖温帯	Polyhaline	11月～5月(着底は1月から起り、3月中旬にピーク、メガロパは4月に消える)	Furota et al. 1999, Furota and Kionoshita 2004
74		* <i>Rhithropanopeus harrisi</i>	ミナトオウギガニ	熱帯～亜寒帯	Mesohaline-Polyhaline	4月～9月	Turobovski 1973, Iseda et al. 2007, Costlow et al. 1966, Goncalves et al. 1995
75		<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	ケアサガニ	熱帯～寒帯	Mesohaline-Polyhaline	6月～9月(8月～9月盛期)	Okamoto and Kurihara 1984, Gollasch 1999, Kurihara and Okamoto 1987, Asakura and Watanabe 2005
76		<i>Clunio tsushimensis</i>	ツマムスリガ	熱帯～冷温帯	Mesohaline-Polyhaline	周年(3-4月と11月が盛期)	Saigusa and Akiyama 1995, 稲葉 1988
77	棘皮動物	<i>Asterias amurensis</i>	マヒデ	暖温帯～寒帯	Polyhaline-Hypersaline	1月～5月	Hatanaka and Kobayashi 1958, Iro et al. 1955, Munday et al. 1994, CSIRO
78	原索動物	<i>Ciona savignyi</i>	ユウレイホヤ	中間温帯	Polyhaline-Hypersaline	周年	Nishikawa 1991, Zvyagintsev et al. 2007, Nomaguchi et al. 1997, MarLIN/Ruiz et al. 2000
79		<i>Ciona intestinalis</i>	カサガイホヤ	暖温帯～寒帯	Polyhaline-Euhaline	周年	Nishikawa 1991, MarLIN, Ruiz et al. 2000, Hoshino and Nishikawa 1985
80		<i>Ascidia zara</i>	サラホヤ	暖温帯～冷温帯	Polyhaline-Euhaline		Nishikawa 1991, Ruiz et al. 2000
81		<i>Botryllus schlosseri</i>	ウスイホヤ	熱帯～亜寒帯	Polyhaline-Euhaline	4月～11月(盛期6月)	The Smithsonian Environmental Research Center, 稲葉 1988, Nishikawa 1991
82		<i>Botrylloides magnicoecus</i>	ムササギホヤ	熱帯～中間温帯			Nishikawa 1991
83		<i>Botrylloides violaceus</i>	イホヤ	中間温帯～冷温帯	Polyhaline-Euhaline	5月～8月(盛期7月)	Saito et al. 1981, Nishikawa 1991, Dijkstra et al. 2008, Ruiz et al. 2000
84		<i>Symplegma reptans</i>	コバンイホヤ	暖温帯～中間温帯	Polyhaline-Euhaline		Nishikawa 1991, Ruiz et al. 2000
85	原索動物	* <i>Polyandrocarpa zorrifens</i>	クロマイホヤ	暖温帯～冷温帯	Polyhaline-Euhaline	5月～9月	Brunetti 1978/1979, Vázquez and Young 1996
86		<i>Styela plicata</i>	シホヤ	暖温帯～中間温帯	Polyhaline-Euhaline	5月～11月	梶原 1962, Ruiz et al. 2000, 稲葉 1988
87		<i>Styela clava</i>	エホヤ	暖温帯～冷温帯	Polyhaline-Euhaline	8月～9月	Davis et al. 2007, Lambert and Lambert 1998, Nishikawa 1991, Kluzza et al. 2006, Ruiz et al. 2000
88		* <i>Molgula manhattensis</i>	マンハッタンホヤ	熱帯～冷温帯	Mesohaline-Euhaline	5月～12月(ノースカロライナ)、9月～10月(ピーター大帝湾)	The Smithsonian Environmental Research Center, Otani 2002, Lambert 2003, Zvyagintsev et al. 2003
89	脊椎動物	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	マハゼ	熱帯～冷温帯	Polyhaline-Euhaline	1月から5月	Dotu and Mito 1955, 稲葉 1988, Miyazaki 1955, CSIRO

注)\*を付した種は世界から日本へ移入した種



表 3. 2-4 (5) 表 3. 1-5で抽出した種の分布および生態に関する情報

No.	Phylum	Species	Japanese name	生息地気候帯	生息地塩分	産卵期(一部定着期)	文献
90	脊椎動物	<i>Acanthogobius pflaumi</i>	アカボシマハゼ スシハゼ	熱帯～冷温帯	Polyhaline-Euhaline	4月～8月	CSIRO、稲葉 1988
92	緑藻植物	<i>Tridentiger trionocephalus</i>	ミル	亜熱帯～冷温帯	Polyhaline-Hypersaline	8～10月(瀬戸内海)	堀 1994, Smithsonian Marine Station at Fort Pearce, Ruitz et.al 2000, CSIRO
93	褐藻植物	* <i>Cutleria multifida</i>	ヒラムチ	暖温帯～冷温帯	Polyhaline	4月～6月(盛期5月)	Migita and Ichiki 1962
94		<i>Undaria pinnatifida</i>	ワカメ	暖温帯～冷温帯	Polyhaline-Euhaline	春～夏(場所による)	Munday et al. 1994, 稲葉 1988, Eno et al. 1997
95		<i>Sargassum filicinum</i>	シダモク	暖温帯～中間温帯	Polyhaline-Euhaline	3月(瀬戸内)、8月(伊豆)	堀 1993
96		<i>Sargassum muticum</i>	タマハキモク	暖温帯～中間温帯	Mesohaline-Euhaline	冬季～初夏	Norton 1977, 吉田 1998, Eno et al. 1997, Ruitz et al. 2000
97	紅藻植物	<i>Grateloupia turuturu</i>	ツルツル	暖温帯～冷温帯	Polyhaline-Euhaline	5月～9月	Mathieson et al. 2007, 吉田 1998
98		<i>Gracilaria vermiculophylla</i>	オコリ	熱帯～寒帯	Mesohaline-Euhaline		Smithsonian Marine Station at Fort Pearce, 吉田 1998, 堀 1993
99		<i>Antithamnionella spirographidis</i>	ホリガサネ	中間温帯～亜寒帯	Mesohaline-Euhaline	5月～11月	吉田 1998, Magg and Stegenga 1999
100		<i>Neosiphonia harveyi</i>	キリイトガサ	亜熱帯～亜寒帯	Mesohaline-Euhaline	6月～12月	Smithsonian Marine Station at Fort Pearce, 吉田 1998
101		<i>Polysiphonia senticulosa</i>	シヨクヨクケリ	暖温帯～冷温帯	Mesohaline-Euhaline	11月～6月	吉田 1998, Magg and Stegenga 1999

注) \*を付した種は世界から日本へ移入した種

### (3) 環境要素から見た北米、豪州、中東の港への定着潜在性

定着潜在性の評価にあたっては、Gollasch (2002、2007) を参考にした。Gollasch (2002) は、外来種がせい息する気候帯と移入地の気候帯が同じ場合に定着の潜在性が最も高く、気候帯が隔たるほど低くなるとした。さらに、Gollasch (2007) は塩分についても同様のことが言えるとして、気候帯と塩分の 2 つを組み合わせる方法によってバルト海の港へ外来種をもたらす危険性の高いヨーロッパの港を評価した。本調査では Gollasch (2002、2007) を参考に、気候帯、塩分の区分間の類似性を表 3.2-5 のように整理し、それに基づいて定着潜在性の高さを評価した。区分間の類似性は Gollasch (2007) に従って 3 点～1 点の点数で表し、それぞれの点数について、3 点は「定着潜在性が高い」、2 点は「定着潜在性がやや高い」、1 点は「定着潜在性が低い」と評価した。これらの点数は気候帯ないし塩分の各区分間の類似性の指標と考え、点数を与える条件として、各指標間の重みは同一と考え、隣接する区分間の差を 1 とした。点数を与えるに際して注意しなければならないことは、表 3.2-4 からわかるように、それぞれの種のせい息地の気候帯や塩分は、「熱帯～冷温帯」、「Mesohaline-Euhaline」などと幅がある場合が多いことである。このときの点数の与え方は、例えば気候帯を例にとると、対象港の気候帯が、ある種の気候帯の幅の中にある場合は 3 点を与え、対象港の気候帯が種の気候帯の幅に隣接する場合は 2 点、さらにそれが隔たった場合は 1 点を与えるようにした。

この基準に従って、ロングビーチ、ダンピア、ニューキャッスル、カーグアイランドの気候帯、塩分と外来種候補のせい息地のそれらとを比べ、港ごとに表 3.2-6～表 3.2-9 に整理した。ここではそれぞれの港にすでに移入している種は除き、移入が確認されていない種の定着潜在性のみの評価とした。

次に、気候帯と塩分という 2 つの環境要素を合わせてそれぞれの種が今回対象とした北米、豪州、中東の各港へ定着する潜在性の評価を行うため、気候帯と塩分の点数の合計値を港ごとに表 3.2-6～表 3.2-9 の合計欄に掲げた。合計値の評価の仕方は、満点の 6 を最も高い定着潜在性を持つと評価し、6 点以下の点数については以下のように評価した。

- |  |
|--|
| 6 点：高い定着潜在性を持つ(表 3.2-6～表 3.2-9では高いと表記)       |
| 5～4 点：やや高い定着潜在性を持つ(表 3.2-6～表 3.2-9ではやや高いと表記) |
| 3 点以下：定着潜在性は低い(表 3.2-6～表 3.2-9では低いと表記)       |

この評価法では、同じ 4 点でも、2 点と 2 点の場合と 3 点と 1 点の組み合わせが生ずる。この場合、それぞれの項目単独の 2 点は、評価としては「やや高い」なので、両者の組み合わせはやはり「やや高い」となるのが、3 点と 1 点の組み合わせの場合は、片方の項目が「高い」評価を受けても他の項目が「低い」であれば、定着潜在性は低いと考え、「定着潜在性は低い」に分類した。表中では、「高い定着潜在性を持つ」は単に「高い」、「やや高い定着潜在性を持つ」は単に「やや高い」、「定着潜在性は低い」は単に「低い」と表記した。なお、表 3.2-6～表 3.2-9 では、点数の高さの順に示した。

表 3.2-5 種のせい息地と移入地の水温から判断された気候帯と塩分の違いによる定着潜在性の高さ

1. 気候帯の違いからみた定着潜在性の高さ

移入地	生息地				
	冷温帯	中間温帯	暖温帯	亜熱帯	熱帯
冷温帯	3	2	1	1	1
中間温帯	2	3	2	1	1
暖温帯	1	2	3	2	1
亜熱帯	1	1	2	3	2
熱帯	1	1	1	2	3

2. 塩分の違いからみた定着潜在性の高さ

移入地	生息地				
	Oligohaline	Mesohaline	Polyhaline	Eulihaline	Hyperhaline
Oligohaline	3	2	1	1	1
Mesohaline	2	3	2	1	1
Polyhaline	1	2	3	2	1
Eulihaline	1	1	2	3	2
Hyperhaline	1	1	1	2	3

定着潜在性の高さの凡例

- 3: 定着潜在性が高い
- 2: 定着潜在性がやや高い
- 1: 定着潜在性が低い

表 3.2-6 アメリカ合衆国・ロングビーチ港における表 3.1-5で抽出した種の定着潜在性に関する評価

No.	種名	Nation		US		合計	評価 (定着潜在性は・・・)	
		Port	Long Beach	項目	気候帯			塩分
1	海綿動物 <i>Halichondria panicea</i>			ナミイカイメン	3	3	6	高い
2	腔腸動物 <i>Gonionemus vertens</i>			カキノテクラゲ	3	3	6	高い
3	<i>Aurelia aurita</i>			ミスクラゲ	3	3	6	高い
4	環形動物 <i>Neanthes succinea</i>			アソガコガイ	3	3	6	高い
5	* <i>Hydroides elegans</i>			カサネカンザシ	3	3	6	高い
6	* <i>Hydroides dianthus</i>			ナテシコカンザシコガイ	3	3	6	高い
7	* <i>Ficopomatus enigmaticus</i>			カニヤドリカンザシ	3	3	6	高い
8	触手動物 <i>Amathia distans</i>			ツブナリコケムシ	3	3	6	高い
9	<i>Bowerbankia imbricata</i>			センナリコケムシ	3	3	6	高い
10	<i>Conopeum reticulum</i>			シロアミコケムシ	3	3	6	高い
11	<i>Schizoporella unicornis</i>			コブヒラコケムシ	3	3	6	高い
12	軟体動物 <i>Rapana venosa</i>			アカニシ	3	3	6	高い
13	<i>Okenia plana</i>			ヒメハナラウミウシ	3	3	6	高い
14	<i>Eubranthus misakiensis</i>			ミサキヒメノウミウシ	3	3	6	高い
15	<i>Sakuraeolis enosimensis</i>			アカエラミノウミウシ	3	3	6	高い
16	<i>Aeolidiella indica</i>			ミノウミウシ	3	3	6	高い
17	* <i>Perna viridis</i>			ミドリイガイ	3	3	6	高い
18	* <i>Xenostrobus securis</i>			コウロエンカワヒバカリガイ	3	3	6	高い
19	<i>Limaria orientalis</i>			フクレユキミノ	3	3	6	高い
20	<i>Raetia pulchella</i>			チヨノハナガイ	3	3	6	高い
21	* <i>Amphibalanus improvisus</i>			ヨーロッパフジツボ	3	3	6	高い
22	<i>Amphibalanus reticulatus</i>			ササフジツボ	3	3	6	高い
23	<i>Balanus trigonus</i>			サンクワフジツボ	3	3	6	高い
24	<i>Megabalanus rosa</i>			アカフジツボ	3	3	6	高い
25	<i>Megabalanus volcano</i>			オオアカフジツボ	3	3	6	高い
26	<i>Cirolana harfordi</i>			ニセスナホリムシ	3	3	6	高い
27	<i>Dynoides dentisinus</i>			シリケンウミセミ	3	3	6	高い
28	* <i>Callinectes sapidus</i>			アオガニ	3	3	6	高い
29	棘皮動物 <i>Asterias amurensis</i>			マヒトデ	3	3	6	高い
30	脊椎動物 <i>Acanthogobius flavimanus</i>			マハゼ	3	3	6	高い
31	<i>Tridentiger trignocephalus</i>			アカオビシマハゼ	3	3	6	高い
32	緑藻植物 <i>Codium fragile</i>			ミル	3	3	6	高い
33	紅藻植物 <i>Grateloupia turuturu</i>			ツルツル	3	3	6	高い
34	<i>Gracilaria vermiculophylla</i>			オゴノリ	3	3	6	高い
35	<i>Antithamnionella spirographidis</i>			ホソカサネ	3	3	6	高い
36	<i>Neosiphonia harveyi</i>			キブライトグサ	3	3	6	高い
37	<i>Polysiphonia senticulosa</i>			シヨウシヨウケノリ	3	3	6	高い
38	原生動物 <i>Trochammina hadai</i>			タマハナドリムシ	3	2	5	やや高い
39	腔腸動物 <i>Cladonema uchidai</i>			エダアシクラゲ	3	2	5	やや高い
40	曲形動物 <i>Loxosomatoides laevis</i>				3	2	5	やや高い
41	環形動物 <i>Boccardia proboscidea</i>				2	3	5	やや高い
42	<i>Pseudopolydora kempii</i>			ドロオニスヒオ	2	3	5	やや高い
43	<i>Pileolaria berkeleyana</i>				2	3	5	やや高い
44	触手動物 <i>Tricellaria occidentalis</i>			ホソフサコケムシ	2	3	5	やや高い
45	軟体動物 * <i>Mytilopsis sallei</i>			イカイタマシ	3	2	5	やや高い
46	<i>Synidotea laevidorsalis</i>			ワラジヘラムシ	2	3	5	やや高い
47	<i>Parapleustes derzhavini</i>			ドングレテングヨコエビ	2	3	5	やや高い
48	* <i>Carcinus aestuarii</i>			チチュウカイミドリガニ	3	2	5	やや高い
49	* <i>Rhithropanopeus harrisi</i>			ミナトオウキガニ	3	2	5	やや高い
50	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>			ケフサイソガニ	3	2	5	やや高い
51	<i>Clunio tsushimensis</i>			ツシマウミユスリカ	3	2	5	やや高い
52	褐藻植物 * <i>Cutleria multifida</i>			ヒラムチモ	3	2	5	やや高い
53	節足動物 <i>Scylla serrata</i>			ノキリカザミ	2	2	4	やや高い
54	節足動物 <i>Neomysis japonica</i>			ニホンイサザアミ	3	1	4	低い

注)\*は世界から日本へ移入した二次的外来種候補

表 3.2-7(1) オーストラリア・ダンピア港における表 3.1-5で抽出した種の定着潜在性に関する評価

No.	種名	Nation		US		合計	評価 (定着潜在性は・・・)
		Port	Dampier	Port	Dampier		
		項目	気候帯	塩分			
1	海綿動物 <i>Halichondria panicea</i>	ナミソカイメン	3	3	6	高い	
2	腔腸動物 <i>Gonionemus vertens</i>	カギノテクラゲ	3	3	6	高い	
3	<i>Aurelia aurita</i>	ミスクラゲ	3	3	6	高い	
4	<i>Diadumene lineata</i>	タテジマイソギンチャク	3	3	6	高い	
5	環形動物 <i>Neanthes succinea</i>	アシナガゴカイ	3	3	6	高い	
6	* <i>Hydroides elegans</i>	カサネカンザシ	3	3	6	高い	
7	* <i>Hydroides dianthus</i>	ナテシコカンザシゴカイ	3	3	6	高い	
8	* <i>Ficopomatus enigmaticus</i>	カニヤドリカンザシ	3	3	6	高い	
9	触手動物 <i>Amathia distans</i>	ツブナリコケムシ	3	3	6	高い	
10	<i>Bowerbankia imbricata</i>	センナリコケムシ	3	3	6	高い	
11	<i>Zoobotryon verticillatum</i>	ホンダワラコケムシ	3	3	6	高い	
12	<i>Conopeum reticulum</i>	シロアミメコケムシ	3	3	6	高い	
13	<i>Bugula neritina</i>	フサコケムシ	3	3	6	高い	
14	<i>Schizoporella unicornis</i>	コブヒラコケムシ	3	3	6	高い	
15	<i>Cryptosula pallasiana</i>	モンクチコケムシ	3	3	6	高い	
16	軟体動物 <i>Okenia plana</i>	ヒメハラウミウシ	3	3	6	高い	
17	<i>Sakuraeolis enosimensis</i>	アカエラミノウミウシ	3	3	6	高い	
18	<i>Aeolidiella indica</i>	ミノウミウシ	3	3	6	高い	
19	* <i>Perna viridis</i>	ミドリイガイ	3	3	6	高い	
20	<i>Musculista senhousia</i>	ホトキスガイ	3	3	6	高い	
21	<i>Limaria orientalis</i>	フクレユキミノ	3	3	6	高い	
22	<i>Crassostrea gigas</i>	マカキ	3	3	6	高い	
23	<i>Raetia pulchella</i>	チノハナガイ	3	3	6	高い	
24	節足動物 * <i>Amphibalanus ebumeus</i>	アメリカフジツボ	3	3	6	高い	
25	<i>Balanus trigonus</i>	サンカフジツボ	3	3	6	高い	
26	<i>Megabalanus volcano</i>	オオアフジツボ	3	3	6	高い	
27	<i>Cirolana harfordi</i>	ニセナホリムシ	3	3	6	高い	
28	<i>Monocorophium achersicum</i>	アリアケトロクダムシ	3	3	6	高い	
29	<i>Monocorophium insidiosum</i>	トンガリトロクダムシ	3	3	6	高い	
30	* <i>Callinectes sapidus</i>	アオガニ	3	3	6	高い	
31	原索動物 <i>Botryllus schlosseri</i>	ウスイホヤ	3	3	6	高い	
32	* <i>Molgula manhattensis</i>	マンハッタンホヤ	3	3	6	高い	
33	脊椎動物 <i>Acanthogobius flavimanus</i>	マハセ	3	3	6	高い	
34	<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	アカオビシマハセ	3	3	6	高い	
35	紅藻植物 <i>Gracilaria vermiculophylla</i>	オゴノリ	3	3	6	高い	
36	曲形動物 <i>Loxosomatoides laevis</i>		3	2	5	やや高い	
37	軟体動物 * <i>Crepidula onyx</i>	シマメノウフネガイ	2	3	5	やや高い	
38	<i>Eubranchus misakiensis</i>	ミサキヒメノウミウシ	2	3	5	やや高い	
39	節足動物 * <i>Amphibalanus improvisus</i>	ヨーロッパフジツボ	2	3	5	やや高い	
40	<i>Scylla serrata</i>	ノキリガサミ	3	2	5	やや高い	
41	* <i>Rhithropanopeus harrisi</i>	ミナトオウキガニ	3	2	5	やや高い	
42	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	ケフサイソガニ	3	2	5	やや高い	
43	<i>Clunio tsushimensis</i>	ツシマウミスリカ	3	2	5	やや高い	
44	緑藻植物 <i>Codium fragile</i>	ミル	2	3	5	やや高い	
45	紅藻植物 <i>Neosiphonia harveyi</i>	キブリイトケサ	2	3	5	やや高い	
46	軟体動物 * <i>Mytilopsis sallei</i>	イガイダマシ	2	2	4	やや高い	
47	環形動物 <i>Boccardia proboscidea</i>		1	3	4	低い	
48	<i>Pseudopolydora kemp</i>	トロオニスヒオ	1	3	4	低い	
49	<i>Pseudopolydora paucibranchia</i>	コニスヒオ	1	3	4	低い	
50	<i>Hydroides ezoensis</i>	エゾカサネカンザシ	1	3	4	低い	

注)\*は世界から日本へ移入した二次的外来種候補

表 3.2-7(2) オーストラリア・ダンピア港における表 3.1-5で抽出した種の定着潜在性に関する評価

No.	種名	Nation		US		合計	評価 (定着潜在性は・・・)
		Port	気候帯	Dampier	塩分		
51	<i>Pileolaria berkeleyana</i>		1		3	4	低い
52	触手動物 <i>Tricellaria occidentalis</i>	ホソフサコケムシ	1		3	4	低い
53	軟体動物 <i>Rapana venosa</i>	アカニシ	1		3	4	低い
54	* <i>Mytilus galloprovincialis</i>	ムラサキガイ	1		3	4	低い
55	* <i>Xenostrobus securis</i>	コウロエンカワヒバリガイ	1		3	4	低い
56	節足動物 <i>Ammothea hilgendorfi</i>	シマウミグモ	1		3	4	低い
57	* <i>Balanus grandula</i>	キタアメリカフジツボ	1		3	4	低い
58	<i>Sinelobus stanfordi</i>	キヌイナイス	3		1	4	低い
59	<i>Paranthura japonica</i>	ヤマトウミナナフシ	1		3	4	低い
60	<i>Dynoides dentisinus</i>	シリケンウミセミ	1		3	4	低い
61	<i>Synidotea laevidorsalis</i>	ワラジヘラムシ	1		3	4	低い
62	<i>Parapleustes derzhavini</i>	ドンクリテングヨコエビ	1		3	4	低い
63	<i>Ampithoe valida</i>	モズミヨコエビ	1		3	4	低い
64	<i>Grandidierella japonica</i>	ニホンドロコエビ	1		3	4	低い
65	<i>Caprella mutica</i>	コシトケワレカラ	1		3	4	低い
66	<i>Palaemon macrodactylus</i>	ユビナカスジエビ	1		3	4	低い
67	* <i>Pyromaia tuberculata</i>	イッカクモガニ	1		3	4	低い
68	棘皮動物 <i>Asterias amurensis</i>	マヒトデ	1		3	4	低い
69	原索動物 <i>Ciona savignyi</i>	ユウレイホヤ	1		3	4	低い
70	<i>Ciona intestinalis</i>	カタユウレイホヤ	1		3	4	低い
71	<i>Ascidia zara</i>	ザラホヤ	1		3	4	低い
72	<i>Botrylloides violaceus</i>	イタホヤ	1		3	4	低い
73	<i>Symplesma reptans</i>	コハンイタホヤ	1		3	4	低い
74	* <i>Polyandrocarpa zorritensis</i>	クロマメイタホヤ	1		3	4	低い
75	<i>Styela plicata</i>	シロホヤ	1		3	4	低い
76	<i>Styela clava</i>	エホヤ	1		3	4	低い
77	褐藻植物 <i>Undaria pinnatifida</i>	ワカメ	1		3	4	低い
78	<i>Sargassum filicinum</i>	シダモク	1		3	4	低い
79	<i>Sargassum muticum</i>	タマハハキモク	1		3	4	低い
80	紅藻植物 <i>Grateloupia turuturu</i>	ツルツル	1		3	4	低い
81	<i>Antithamnionella spirographidis</i>	ホソガサネ	1		3	4	低い
82	<i>Polysiphonia senticulosa</i>	ショウシヨウケノリ	1		3	4	低い
83	原生動物 <i>Trochammina hadai</i>	タマハナドROMシ	1		2	3	低い
84	腔腸動物 <i>Cladonema uchidai</i>	エダアシクラケ	1		2	3	低い
85	節足動物 * <i>Carcinus aestuarii</i>	チチュウカイミドリガニ	1		2	3	低い
86	褐藻植物 * <i>Cutleria multifida</i>	ヒラムチモ	1		2	3	低い
87	節足動物 <i>Neomysis japonica</i>	ニホンイサザアミ	1		1	2	低い

注)\*は世界から日本へ移入した二次的外来種候補

表 3.2-8(1) オーストラリア・ニューキャッスル港における表 3.1-5で抽出した種の定着潜在性に関する評価

No.	種名	Nation		US		合計	評価 (定着潜在性は・・・)
		Port	Climate	New Castle	Salt		
1	海綿動物 <i>Halichondria panicea</i>	ナミイカイメン	3	3	3	6	高い
2	腔腸動物 <i>Gonionemus vertens</i>	カキノテクラゲ	3	3	3	6	高い
3	<i>Aurelia aurita</i>	ミスクラゲ	3	3	3	6	高い
4	<i>Diadumene lineata</i>	タデジマイソキンチャク	3	3	3	6	高い
5	環形動物 <i>Neanthes succinea</i>	アソガコカイ	3	3	3	6	高い
6	<i>Pseudopolydora paucibranchia</i>	コオニスピオ	3	3	3	6	高い
7	<i>Hydroides ezoensis</i>	エゾカサネカンザシ	3	3	3	6	高い
8	* <i>Hydroides dianthus</i>	ナデシコカンザシコカイ	3	3	3	6	高い
9	* <i>Ficopomatus enigmaticus</i>	カニヤドリカンザシ	3	3	3	6	高い
10	触手動物 <i>Amathia distans</i>	ツブナリコケムシ	3	3	3	6	高い
11	<i>Bowerbankia imbricata</i>	センナリコケムシ	3	3	3	6	高い
12	<i>Zoobotryon verticillatum</i>	ホンダウラコケムシ	3	3	3	6	高い
13	<i>Conopeum reticulum</i>	シロミメコケムシ	3	3	3	6	高い
14	<i>Bugula neritina</i>	フサコケムシ	3	3	3	6	高い
15	<i>Cryptosula pallasiana</i>	モンゴチコケムシ	3	3	3	6	高い
16	軟体動物 * <i>Crepidula onyx</i>	シマメノウフネガイ	3	3	3	6	高い
17	<i>Rapana venosa</i>	アカニシ	3	3	3	6	高い
18	<i>Eubranchus misakiensis</i>	ミサキヒメノウミウシ	3	3	3	6	高い
19	<i>Sakuraeolis enosimensis</i>	アカエラミノウミウシ	3	3	3	6	高い
20	* <i>Mytilus galloprovincialis</i>	ムラサキカイ	3	3	3	6	高い
21	* <i>Perna viridis</i>	ミドリイガイ	3	3	3	6	高い
22	<i>Limaria orientalis</i>	フクレユキミノ	3	3	3	6	高い
23	<i>Raetia pulchella</i>	チヨノハナガイ	3	3	3	6	高い
24	節足動物 <i>Ammonothea hilgendorfi</i>	シマウミグモ	3	3	3	6	高い
25	* <i>Balanus grandula</i>	キタアメリカフジツボ	3	3	3	6	高い
26	* <i>Amphibalanus eburneus</i>	アメリカフジツボ	3	3	3	6	高い
27	* <i>Amphibalanus improvisus</i>	ヨーロッパフジツボ	3	3	3	6	高い
28	<i>Musculista senhousia</i>	ホトキスガイ	3	3	3	6	高い
29	<i>Amphibalanus reticulatus</i>	ササフジツボ	3	3	3	6	高い
30	<i>Balanus trigonus</i>	サンカクフジツボ	3	3	3	6	高い
31	<i>Megabalanus rosa</i>	アカフジツボ	3	3	3	6	高い
32	<i>Megabalanus volcano</i>	オオアカフジツボ	3	3	3	6	高い
33	<i>Dynoides dentisinus</i>	シリケンウミセミ	3	3	3	6	高い
34	<i>Ampithoe valida</i>	モスミヨコエビ	3	3	3	6	高い
35	<i>Monocorophium achersicum</i>	アリアケトロウタムシ	3	3	3	6	高い
36	<i>Monocorophium insidiosum</i>	トンガリトロウタムシ	3	3	3	6	高い
37	<i>Grandidierella japonica</i>	ニホントロソコエビ	3	3	3	6	高い
38	* <i>Pyromaia tuberculata</i>	イッカクモカニ	3	3	3	6	高い
39	* <i>Callinectes sapidus</i>	アオガニ	3	3	3	6	高い
40	棘皮動物 <i>Asterias amurensis</i>	マヒトデ	3	3	3	6	高い
41	原索動物 <i>Ciona intestinalis</i>	カタユウレイホヤ	3	3	3	6	高い
42	<i>Ascidia zara</i>	ザラホヤ	3	3	3	6	高い
43	<i>Botryllus schlosseri</i>	ウスイホヤ	3	3	3	6	高い
44	<i>Symplegma reptans</i>	コバンイタホヤ	3	3	3	6	高い
45	<i>Styela clava</i>	エホヤ	3	3	3	6	高い
46	緑藻植物 <i>Codium fragile</i>	ミル	3	3	3	6	高い
47	褐藻植物 <i>Undaria pinnatifida</i>	ワカメ	3	3	3	6	高い
48	<i>Sargassum filicinum</i>	シダモク	3	3	3	6	高い
49	<i>Sargassum muticum</i>	タマハハキモク	3	3	3	6	高い
50	紅藻植物 <i>Grateloupia turuturu</i>	ツルツル	3	3	3	6	高い

注)\*は世界から日本へ移入した二次の外来種候補

表 3.2-8(2) オーストラリア・ニューキャッスル港における表 3.1-5で抽出した種の定着潜在性に関する評価

No.	種名	Nation		US		合計	評価 (定着潜在性は・・・)
		Port	Climate	New Castle	Salt		
51	紅藻植物 <i>Gracilaria vermiculophylla</i>	オコノ	3	3	3	6	高い
52	<i>Neosiphonia harveyi</i>	キフノイトグサ	3	3	3	6	高い
53	<i>Polysiphonia senticulosa</i>	シヨウシヨウケリ	3	3	3	6	高い
54	原生動物 <i>Trochammina hadai</i>	タマハナトノムシ	3	2	2	5	やや高い
55	腔腸動物 <i>Cladonema uchidai</i>	エダアシクラゲ	3	2	2	5	やや高い
56	曲形動物 <i>Loxosomatoides laevis</i>		3	2	2	5	やや高い
57	環形動物 <i>Boccardia proboscidea</i>		2	3	3	5	やや高い
58	<i>Pseudopolydora kempfi</i>	トノオニスビオ	2	3	3	5	やや高い
59	<i>Pileolaria berkeleyana</i>		2	3	3	5	やや高い
60	触手動物 <i>Tricellaria occidentalis</i>	ホソフサコケムシ	2	3	3	5	やや高い
61	軟体動物 * <i>Mytilopsis sallei</i>	イカノイタマン	3	2	2	5	やや高い
62	節足動物 <i>Paranthura japonica</i>	ヤマトウミナナフシ	2	3	3	5	やや高い
63	<i>Synidotea laevidorsalis</i>	ワラジヘラムシ	2	3	3	5	やや高い
64	<i>Parapleustes derzhavini</i>	トノグサノリテングヨコエビ	2	3	3	5	やや高い
65	* <i>Carcinus aestuarii</i>	チチュウカイミドリガニ	3	2	2	5	やや高い
66	* <i>Rhithropanopeus harrisi</i>	ミナトオウギガニ	3	2	2	5	やや高い
67	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	ケフサイソガニ	3	2	2	5	やや高い
68	<i>Clunio tsushimensis</i>	ツシマウミユスリカ	3	2	2	5	やや高い
69	原索動物 <i>Ciona savignyi</i>	ユウレイホヤ	2	3	3	5	やや高い
70	<i>Botrylloides violaceus</i>	イタホヤ	2	3	3	5	やや高い
71	褐藻植物 * <i>Cutleria multifida</i>	ヒラムチモ	3	2	2	5	やや高い
72	紅藻植物 <i>Antithamnionella spirographidis</i>	ホソカサネ	2	3	3	5	やや高い
73	節足動物 <i>Scylla serrata</i>	ノコギリカサミ	2	2	2	4	やや高い
74	<i>Sinelobus stanfordi</i>	キスイナノイ	3	1	1	4	低い
75	<i>Caprella mutica</i>	コシトケノワレカラ	1	3	3	4	低い

注) \*は世界から日本へ移入した二次的外来種候補



表 3.2-9(1) イラン・カーグアイランドにおける表 3.1-5で抽出した種の定着潜在性に関する評価

No.	種名	Nation Islamic Republic of Iran			合計	評価 (定着潜在性は・・・)
		Port	Kharg Island	塩分		
		項目	気候帯			
1	腔腸動物 <i>Aurelia aurita</i>	ミス <sup>ク</sup> クラケ <sup>ク</sup>	3	3	6	高い
2	環形動物 <i>Neanthes succinea</i>	アンガ <sup>ク</sup> コ <sup>ク</sup> カイ	3	3	6	高い
3	触手動物 <i>Bowerbankia imbricata</i>	センナリコケムシ	3	3	6	高い
4	<i>Zoobotryon verticillatum</i>	ホンダ <sup>ク</sup> ワラコケムシ	3	3	6	高い
5	<i>Amphibananus reticulatus</i>	ササフジ <sup>ク</sup> ツボ <sup>ク</sup>	3	3	6	高い
6	* <i>Callinectes sapidus</i>	アオガニ	3	3	6	高い
7	海綿動物 <i>Halichondria panicea</i>	ナミイカイメン	3	2	5	やや高い
8	腔腸動物 <i>Gonionemus vertens</i>	カキ <sup>ク</sup> ノテクラケ <sup>ク</sup>	3	2	5	やや高い
9	<i>Diadumene lineata</i>	タテジ <sup>ク</sup> マイソギンチャク	3	2	5	やや高い
10	環形動物 * <i>Hydroides elegans</i>	カサネカンザシ	3	2	5	やや高い
11	* <i>Hydroides dianthus</i>	ナデシコカンザシ <sup>ク</sup> コ <sup>ク</sup> カイ	3	2	5	やや高い
12	* <i>Ficopomatus enigmaticus</i>	カニヤドリカンザシ	3	2	5	やや高い
13	触手動物 <i>Amathia distans</i>	ツブ <sup>ク</sup> ナリコケムシ	3	2	5	やや高い
14	<i>Conopeum reticulum</i>	シロアミコケムシ	3	2	5	やや高い
15	<i>Bugula neritina</i>	フサコケムシ	3	2	5	やや高い
16	<i>Schizoporella unicornis</i>	コフ <sup>ク</sup> ヒラコケムシ	3	2	5	やや高い
17	<i>Cryptosula pallasiana</i>	モンク <sup>ク</sup> チコケムシ	3	2	5	やや高い
18	軟体動物 <i>Okenia plana</i>	ヒメイハラウミウシ	3	2	5	やや高い
19	<i>Sakuraeolis enosimensis</i>	アカエラミノウミウシ	3	2	5	やや高い
20	<i>Aeolidiella indica</i>	ミノウミウシ	3	2	5	やや高い
21	<i>Musculista senhousia</i>	ホトキ <sup>ク</sup> スカイ	3	2	5	やや高い
22	<i>Limaria orientalis</i>	フクレユキミノ	3	2	5	やや高い
23	<i>Crassostrea gigas</i>	マガキ	3	2	5	やや高い
24	<i>Raetia pulchella</i>	チヨノハナガイ	3	2	5	やや高い
25	節足動物 * <i>Amphibalanus eburneus</i>	アメリカフジ <sup>ク</sup> ツボ <sup>ク</sup>	3	2	5	やや高い
26	<i>Balanus trigonus</i>	サンカクフジ <sup>ク</sup> ツボ <sup>ク</sup>	3	2	5	やや高い
27	<i>Megabalanus rosa</i>	アカフジ <sup>ク</sup> ツボ <sup>ク</sup>	3	2	5	やや高い
28	<i>Megabalanus volcano</i>	オアアフジ <sup>ク</sup> ツボ <sup>ク</sup>	3	2	5	やや高い
29	<i>Cirolana harfordi</i>	ニヒスナホリムシ	3	2	5	やや高い
30	<i>Monocorophium achersicum</i>	アリヤケト <sup>ク</sup> ロウタ <sup>ク</sup> ムシ	3	2	5	やや高い
31	<i>Monocorophium insidiosum</i>	トンガ <sup>ク</sup> リト <sup>ク</sup> ロウタ <sup>ク</sup> ムシ	3	2	5	やや高い
32	<i>Scylla serrata</i>	ノキリガ <sup>ク</sup> サミ	3	2	5	やや高い
33	原索動物 <i>Botryllus schlosseri</i>	ウスイホ <sup>ク</sup> ヤ	3	2	5	やや高い
34	* <i>Molgula manhattensis</i>	マンハッタンホ <sup>ク</sup> ヤ	3	2	5	やや高い
35	脊椎動物 <i>Acanthogobius flavimanus</i>	マハセ <sup>ク</sup>	3	2	5	やや高い
36	<i>Tridentiger trionocephalus</i>	アカオビ <sup>ク</sup> シマハセ <sup>ク</sup>	3	2	5	やや高い
37	緑藻植物 <i>Codium fragile</i>	ミル	2	3	5	やや高い
38	紅藻植物 <i>Gracilaria vermiculophylla</i>	オコ <sup>ク</sup> ノリ	3	2	5	やや高い
39	軟体動物 * <i>Crepidula onyx</i>	シマメノウフネガイ	2	2	4	やや高い
40	<i>Eubranchus misakiensis</i>	ミサキヒメノウミウシ	2	2	4	やや高い
41	節足動物 * <i>Amphibalanus improvisus</i>	ヨーロッパ <sup>ク</sup> フジ <sup>ク</sup> ツボ <sup>ク</sup>	2	2	4	やや高い
42	紅藻植物 <i>Neosiphonia harveyi</i>	キブ <sup>ク</sup> ライト <sup>ク</sup> グサ	2	2	4	やや高い
43	原索動物 <i>Ciona intestinalis</i>	カクユレイホ <sup>ク</sup> ヤ	1	3	4	低い
44	曲形動物 <i>Loxosomatoides laevis</i>		3	1	4	低い
45	節足動物 <i>Sinelobus stanfordi</i>	キスイタナイス	3	1	4	低い
46	<i>Paranthura japonica</i>	ヤマトウミナナフシ	1	3	4	低い
47	* <i>Rhithropanopeus harrisi</i>	ミナトオウキガニ	3	1	4	低い
48	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	ケフサイソガニ	3	1	4	低い
49	<i>Clunio tsushimensis</i>	ツシマウミスリカ	3	1	4	低い
50	棘皮動物 <i>Asterias amurensis</i>	マヒトデ	1	3	4	低い

注)\*は世界から日本へ移入した二次の外来種候補

表 3.2-9(2) イラン・カーグアイランドにおける表 3.1-5で抽出した種の定着潜在性に関する評価

No.	種名	Nation Islamic Republic of Iran			合計	評価 (定着潜在性は・・・)
		Port	Kharg Island	塩分		
		項目	気候帯			
51	原索動物 <i>Ciona savignyi</i>	ユレイホ <sup>ヤ</sup>	1	3	4	低い
52	環形動物 <i>Boccardia proboscidea</i>		1	2	3	低い
53	<i>Pseudopolydora kempfi</i>	トロオニスビ <sup>オ</sup>	1	2	3	低い
54	<i>Pseudopolydora paucibranchia</i>	コオニスビ <sup>オ</sup>	1	2	3	低い
55	<i>Hydroides ezoensis</i>	エゾカサネカンザシ	1	2	3	低い
56	<i>Pileolaria berkeleyana</i>		1	2	3	低い
57	触手動物 <i>Tricellaria occidentalis</i>	ホソサコケムシ	1	2	3	低い
58	軟体動物 <i>Rapana venosa</i>	アカニシ	1	2	3	低い
59	* <i>Mytilus galloprovincialis</i>	ムラサキイガイ	1	2	3	低い
60	* <i>Xenostrobus securis</i>	コウロエンカワヒバリガイ	1	2	3	低い
61	* <i>Mytilopsis sallei</i>	イガイダマシ	2	1	3	低い
62	節足動物 <i>Ammothea hilgendorfi</i>	シマウミグモ	1	2	3	低い
63	* <i>Balanus grandula</i>	キタアメリカフジツボ	1	2	3	低い
64	<i>Dynoides dentisinus</i>	シリケンウミセミ	1	2	3	低い
65	<i>Synidotea laevidorsalis</i>	ワラジヘラムシ	1	2	3	低い
66	<i>Parapleustes derzhavini</i>	ドンク <sup>リ</sup> テング <sup>ヨ</sup> コエビ <sup>ビ</sup>	1	2	3	低い
67	<i>Ampithoe valida</i>	モズ <sup>ミ</sup> ヨコエビ <sup>ビ</sup>	1	2	3	低い
68	<i>Grandidierella japonica</i>	ニホント <sup>ロ</sup> ソコエビ <sup>ビ</sup>	1	2	3	低い
69	<i>Caprella mutica</i>	コシトケ <sup>ワ</sup> レカラ	1	2	3	低い
70	<i>Palaemon macrodactylus</i>	ユビ <sup>ナ</sup> ガ <sup>ス</sup> ジ <sup>エ</sup> ビ <sup>ビ</sup>	1	2	3	低い
71	* <i>Pyromaia tuberculata</i>	イッカクモガニ	1	2	3	低い
72	原索動物 <i>Ascidia zara</i>	ザラホ <sup>ヤ</sup>	1	2	3	低い
73	<i>Botrylloides violaceus</i>	イタホ <sup>ヤ</sup>	1	2	3	低い
74	<i>Symplegma reptans</i>	コバンイタホ <sup>ヤ</sup>	1	2	3	低い
75	* <i>Polyandrocarpa zorritensis</i>	クロマメイタホ <sup>ヤ</sup>	1	2	3	低い
76	<i>Styela plicata</i>	シロホ <sup>ヤ</sup>	1	2	3	低い
77	<i>Styela clava</i>	エホ <sup>ヤ</sup>	1	2	3	低い
78	褐藻植物 <i>Undaria pinnatifida</i>	ワカメ	1	2	3	低い
79	<i>Sargassum filicinum</i>	シタ <sup>モ</sup> ク	1	2	3	低い
80	<i>Sargassum muticum</i>	タマハキモク	1	2	3	低い
81	紅藻植物 <i>Grateloupia turuturu</i>	ツルツル	1	2	3	低い
82	<i>Antithamnionella spirographidis</i>	ホソカ <sup>サ</sup> ネ	1	2	3	低い
83	<i>Polysiphonia senticulosa</i>	ショウシヨウケノリ	1	2	3	低い
84	原生動物 <i>Trochammina hadai</i>	タマハナト <sup>ロ</sup> ムシ	1	1	2	低い
85	腔腸動物 <i>Cladonema uchidai</i>	エダ <sup>ア</sup> シクラケ <sup>ケ</sup>	1	1	2	低い

注)\*は世界から日本へ移入した二次的外来種候補

#### (4) 北米、豪州、中東の港への定着潜在性が高い種の抽出

表 3.2-6～表 3.2-9に示した各種ごとの定着潜在性のなかで、「定着潜在性は低い」と判断された種は船体に付着して対象港に持ち込まれたとしても定着は起こりそうもない種である(Gollasch 2002 参照)。しかし、これ以外の「定着潜在性がやや高い」種はいくらかでも定着潜在性を有する種であり、「定着潜在性が高い」種は最も高い定着潜在性を有する種である。従って後者の2つのランクに振り分けられた種は、実際に船舶が船体にこれらの種を付着させて対象港へ入港すれば、そこへ定着する潜在的能力は備えていると考えてよい。そこで、表 3.2-6～表 3.2-9で「低い」と判断された種を除外して定着潜在性がある種だけを集め、新たな表を作成した(表 3.2-10～表 3.2-13)。

これらの表には表 3.1-5の中で×印で示したそれぞれの港ですでに移入が確認されている種も加えた。これらの種はすでに移入に成功している種であり、点数から明らかのように、一部例外はあるもののほとんどは気候帯、塩分とも3点を与えられるものであり、定着潜在性は高い種である(表 3.2-10～表 3.2-13参照)。

すでに定着しているものをなぜいま再び問題にしなければならないか。その理由として以下のようなことをあげることが出来る。

- ① すでに定着した種に対して何らかの規制措置ないし撲滅のための対策が取られている場合、そこへ新たに同じ種が持ち込まれることはその港にとって好ましいことではない。この例としてイガイダマシがある。カリブ海原産(Morton 1989)のこの貝が1999年オーストラリアのダーウィンで確認された。ノーザンテリトリー政府は直ちに貝の拡散防止と撲滅の対策を講じ成功させた。以来、ノーザンテリトリー政府はこの貝の再度の侵入を警戒している(Willan et al. 2000)。今回対象とした4港でイガイダマシのように撲滅の対策が取られた種はないが、カリフォルニア州のように新たな移入を防ぎ、既に存在する外来種による影響を最小化するため、水生の外来種に対する管理計画を作って対処しようとしている(State of California Resources Agency Department of Fish and Game 2008)例もみられる。イガイダマシの例も含め、このような場合、定着潜在性が高い種の再度の移入は問題とされる。
- ② すでに移入した種であっても、その種の分布が日本以外に及ぶ場合は日本以外の地域から移入したものであるかも知れない。この例としてニュージーランド北島へ移入したワカメをあげることができる。ニュージーランド北島のワカメは、遺伝子解析の結果大陸起源のものであって日本起源のものではないことが明らかになっている(川井ほか 2007)。そのような状況の中でニュージーランド北島へ遺伝子型が異なる日本産のワカメを持ち込むことは、同一種であっても新たな移入が起こったと考えたほうが良い。それは遺伝子型が異なれば環境への耐性も異なり、現在は存在しない新たな問題を引き起こす可能性があるからである。
- ③ 現在、ある地である種の移入が確認されていて、それが小規模な場合でも、移入が繰り返されることによって大規模あるいは爆発的な移入を引き起こす可能性も

あつて、このようなことからすでに移入が確認されている種であっても、新たな移入を防止するため外来種候補としてあげておくことは必要なことであると考ええる。

表 3.2-10(1) アメリカ合衆国・ロングビーチ港における表 3.1-5で抽出した種のうち定着潜在性がある種

No.	種名	Nation		US		合計	評価 (定着潜在性は・・・)
		Port	Climate	Long Beach	Salt		
1	海綿動物 <i>Halichondria panicea</i>	ナミイカイメン	3	3	3	6	高い
2	腔腸動物 <i>Gonionemus vertens</i>	カキノテクラゲ	3	3	3	6	高い
3	<i>Aurelia aurita</i>	ミスクラゲ	3	3	3	6	高い
4	<i>Diadumene lineata</i>	タデジマイソキンチャク	3	3	3	6	高い
5	環形動物 <i>Neanthes succinea</i>	アンガゴカイ	3	3	3	6	高い
6	<i>Pseudopolydora paucibranchia</i>	コオニシビオ	3	3	3	6	高い
7	<i>Hydroides ezoensis</i>	エゾカサネカンザシ	3	3	3	6	高い
8	* <i>Hydroides elegans</i>	カサネカンザシ	3	3	3	6	高い
9	* <i>Hydroides dianthus</i>	ナデシコカンザシゴカイ	3	3	3	6	高い
10	* <i>Ficopomatus enigmaticus</i>	カニヤドリカンザシ	3	3	3	6	高い
11	触手動物 <i>Amathia distans</i>	ツブナリコケムシ	3	3	3	6	高い
12	<i>Bowerbankia imbricata</i>	センナリコケムシ	3	3	3	6	高い
13	<i>Zoobotryon verticillatum</i>	ホシダウラコケムシ	3	3	3	6	高い
14	<i>Conopeum reticulum</i>	シロアミメケムシ	3	3	3	6	高い
15	<i>Bugula neritina</i>	フサコケムシ	3	3	3	6	高い
16	<i>Schizoporella unicornis</i>	コフヒラコケムシ	3	3	3	6	高い
17	<i>Cryptosula pallasiana</i>	モンクチコケムシ	3	3	3	6	高い
18	軟体動物 <i>Rapana venosa</i>	アカニシ	3	3	3	6	高い
19	<i>Okenia plana</i>	ヒメハラウミウシ	3	3	3	6	高い
20	<i>Eubranchus misakiensis</i>	ミサキヒメノウミウシ	3	3	3	6	高い
21	<i>Sakuraeolis enosimensis</i>	アカエラミノウミウシ	3	3	3	6	高い
22	<i>Aeolidiella indica</i>	ミノウミウシ	3	3	3	6	高い
23	* <i>Mytilus galloprovincialis</i>	ムラサキカイ	3	3	3	6	高い
24	* <i>Perna viridis</i>	ミドリガイ	3	3	3	6	高い
25	* <i>Xenostrobus securis</i>	コウロエンカワヒバリガイ	3	3	3	6	高い
26	<i>Musculista senhousia</i>	ホトキスガイ	3	3	3	6	高い
27	<i>Limaria orientalis</i>	フクレユキミノ	3	3	3	6	高い
28	<i>Crassostrea gigas</i>	マガキ	3	3	3	6	高い
29	<i>Raetia pulchella</i>	チヨノハナガイ	3	3	3	6	高い
30	節足動物 <i>Ammothea hilgendorfi</i>	シマウミグモ	3	3	3	6	高い
31	* <i>Amphibalanus amphitrite</i>	タデジマフジツボ	3	3	3	6	高い
32	* <i>Amphibalanus eburneus</i>	アメリカフジツボ	3	3	3	6	高い
33	* <i>Amphibalanus improvisus</i>	ヨーロッパフジツボ	3	3	3	6	高い
34	<i>Amphibalanus reticulatus</i>	サラサフジツボ	3	3	3	6	高い
35	<i>Balanus trigonus</i>	サンカクフジツボ	3	3	3	6	高い
36	<i>Megabalanus rosa</i>	アカフジツボ	3	3	3	6	高い
37	<i>Megabalanus volcano</i>	オオアカフジツボ	3	3	3	6	高い
38	<i>Cirolana harfordi</i>	ニセナホリムシ	3	3	3	6	高い
39	<i>Dynoides dentisinus</i>	シリケンウミセミ	3	3	3	6	高い
40	<i>Ampithoe valida</i>	エズミヨコエビ	3	3	3	6	高い
41	<i>Monocorophium achersicum</i>	アリアケトロクダムシ	3	3	3	6	高い
42	<i>Monocorophium insidiosum</i>	トンガリトロクダムシ	3	3	3	6	高い
43	<i>Grandidierella japonica</i>	ニホントロコエビ	3	3	3	6	高い
44	<i>Palaemon macrodactylus</i>	ユビナガスジエビ	3	3	3	6	高い
45	* <i>Callinectes sapidus</i>	アオガニ	3	3	3	6	高い
46	棘皮動物 <i>Asterias amurensis</i>	マヒトデ	3	3	3	6	高い
47	原索動物 <i>Ciona intestinalis</i>	カサウレイホヤ	3	3	3	6	高い
48	<i>Ascidia zara</i>	ザラホヤ	3	3	3	6	高い
49	<i>Botryllus schlosseri</i>	ウスイタホヤ	3	3	3	6	高い
50	<i>Sympyegma reptans</i>	コバンイタホヤ	3	3	3	6	高い

注1) 灰色帯でマークした種は既に移入が確認されている種

注2) \*は世界から日本へ移入した二次的外来種候補

表 3.2-10(2) アメリカ合衆国・ロングビーチ港における表 3.1-5で抽出した種のうち定着潜在性がある種

No.	種名	Nation 項目	US		合計	評価 (定着潜在性は・・・)
			Port	Long Beach 気候帯 塩分		
51	原索動物 * <i>Polyandrocarpa zorrissentis</i>	クロマメイホ <sup>°</sup> ヤ	3	3	6	高い
52	<i>Styela plicata</i>	シロホ <sup>°</sup> ヤ	3	3	6	高い
53	<i>Styela clava</i>	エホ <sup>°</sup> ヤ	3	3	6	高い
54	* <i>Molgula manhattensis</i>	マンハッタンホ <sup>°</sup> ヤ	3	3	6	高い
55	脊椎動物 <i>Acanthogobius flavimanus</i>	マハセ <sup>°</sup>	3	3	6	高い
56	<i>Tridentiger trionocephalus</i>	アカオビシマハセ <sup>°</sup>	3	3	6	高い
57	緑藻植物 <i>Codium fragile</i>	ミル	3	3	6	高い
58	褐藻植物 <i>Undaria pinnatifida</i>	ワカメ	3	3	6	高い
59	<i>Sargassum filicinum</i>	シダモク	3	3	6	高い
60	<i>Sargassum muticum</i>	タマハキモク	3	3	6	高い
61	紅藻植物 <i>Grateloupia turuturu</i>	ツルツル	3	3	6	高い
62	<i>Gracilaria vermiculophylla</i>	オコノリ	3	3	6	高い
63	<i>Antithamnionella spirographidis</i>	ホリガサネ	3	3	6	高い
64	<i>Neosiphonia harveyi</i>	キブリイトグサ	3	3	6	高い
65	<i>Polysiphonia senticulosa</i>	ショウジョウケノリ	3	3	6	高い
66	原生動物 <i>Trochammina hadai</i>	タマハナド <sup>°</sup> ロムシ	3	2	5	やや高い
67	腔腸動物 <i>Cladonema uchidai</i>	エダアシクラゲ	3	2	5	やや高い
68	曲形動物 <i>Loxosomatoides laevis</i>		3	2	5	やや高い
69	環形動物 <i>Boccardia proboscidea</i>		2	3	5	やや高い
70	<i>Pseudopolydora kempfi</i>	ドロオニスビ <sup>°</sup> オ	2	3	5	やや高い
71	<i>Pileolaria berkeleyana</i>		2	3	5	やや高い
72	触手動物 <i>Tricellaria occidentalis</i>	ホソフサコケムシ	2	3	5	やや高い
73	軟体動物 * <i>Mytilopsis sallei</i>	イガイタ <sup>°</sup> マシ	3	2	5	やや高い
74	節足動物 <i>Paranthura japonica</i>	ヤマトウミナナフシ	2	3	5	やや高い
75	<i>Synidotea laevidorsalis</i>	ワラジヘラムシ	2	3	5	やや高い
76	<i>Parapleustes derzhavini</i>	トンガリテングヨコエビ <sup>°</sup>	2	3	5	やや高い
77	* <i>Carcinus aestuarii</i>	チュウカイイト <sup>°</sup> リガニ	3	2	5	やや高い
78	* <i>Rhithropanopeus harrisi</i>	ミナトオウキガニ	3	2	5	やや高い
79	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	ケフサイソガニ	3	2	5	やや高い
80	<i>Clunio tsushimensis</i>	ツシマウミユスリカ	3	2	5	やや高い
81	原索動物 <i>Ciona savignyi</i>	ユウレイホ <sup>°</sup> ヤ	2	3	5	やや高い
82	<i>Botrylloides violaceus</i>	イタホ <sup>°</sup> ヤ	2	3	5	やや高い
83	褐藻植物 * <i>Cutleria multifida</i>	ヒラムチモ	3	2	5	やや高い
84	節足動物 <i>Scylla serrata</i>	ノコギリカサミ	2	2	4	やや高い
85	節足動物 <i>Sinelobus stanfordi</i>	キスイナイス	3	1	4	やや高い?
86	<i>Caprella mutica</i>	コシトケ <sup>°</sup> ワレカラ	1	3	4	やや高い?

注1) 灰色帯でマークした種は既に移入が確認されている種

注2) \*は世界から日本へ移入した二次的外来種候補

表 3.2-11 オーストラリア・ダンピア港における表 3.1-5で抽出した種のうち定着潜在性がある種

No.	種名	Nation		Australia		合計	評価 (定着潜在性は・・・)
		Port	気候帯	Dampier	塩分		
1	海綿動物 <i>Halichondria panicea</i>		3		3	6	高い
2	腔腸動物 <i>Gonionemus vertens</i>		3		3	6	高い
3	<i>Aurelia aurita</i>		3		3	6	高い
4	<i>Diadumene lineata</i>		3		3	6	高い
5	環形動物 <i>Neanthes succinea</i>		3		3	6	高い
6	* <i>Hydroides elegans</i>		3		3	6	高い
7	* <i>Hydroides dianthus</i>		3		3	6	高い
8	* <i>Ficopomatus enigmaticus</i>		3		3	6	高い
9	触手動物 <i>Amathia distans</i>		3		3	6	高い
10	<i>Bowerbankia imbricata</i>		3		3	6	高い
11	<i>Zoobotryon verticillatum</i>		3		3	6	高い
12	<i>Conopeum reticulum</i>		3		3	6	高い
13	<i>Bugula neritina</i>		3		3	6	高い
14	<i>Schizoporella unicornis</i>		3		3	6	高い
15	<i>Cryptosula pallasiana</i>		3		3	6	高い
16	軟体動物 <i>Okenia plana</i>		3		3	6	高い
17	<i>Sakuraeolis enosimensis</i>		3		3	6	高い
18	<i>Aeolidiella indica</i>		3		3	6	高い
19	* <i>Pema viridis</i>		3		3	6	高い
20	<i>Musculista senhousia</i>		3		3	6	高い
21	<i>Limaria orientalis</i>		3		3	6	高い
22	<i>Crassostrea gigas</i>		3		3	6	高い
23	<i>Raetia pulchella</i>		3		3	6	高い
24	* <i>Amphibalanus amphitrite</i>		3		3	6	高い
25	節足動物 * <i>Amphibalanus eburneus</i>		3		3	6	高い
26	<i>Amphibalanus reticulatus</i>		3		3	6	高い
27	<i>Balanus trigonus</i>		3		3	6	高い
28	<i>Megabalanus rosa</i>		3		3	6	高い
29	<i>Megabalanus volcano</i>		3		3	6	高い
30	<i>Cirolana harfordi</i>		3		3	6	高い
31	<i>Monocorophium achersicum</i>		3		3	6	高い
32	<i>Monocorophium insidiosum</i>		3		3	6	高い
33	* <i>Callinectes sapidus</i>		3		3	6	高い
34	原索動物 <i>Botryllus schlosseri</i>		3		3	6	高い
35	* <i>Molgula manhattensis</i>		3		3	6	高い
36	脊椎動物 <i>Acanthogobius flavimanus</i>		3		3	6	高い
37	<i>Tridentiger trigonocephalus</i>		3		3	6	高い
38	紅藻植物 <i>Gracilaria vermiculophylla</i>		3		3	6	高い
39	曲形動物 <i>Loxosomatoides laevis</i>		3		2	5	やや高い
40	軟体動物 * <i>Crepidula onyx</i>		2		3	5	やや高い
41	<i>Eubbranchus misakiensis</i>		2		3	5	やや高い
42	節足動物 * <i>Amphibalanus improvisus</i>		2		3	5	やや高い
43	<i>Scylla serrata</i>		3		2	5	やや高い
44	* <i>Rhithropanopeus harrisi</i>		3		2	5	やや高い
45	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>		3		2	5	やや高い
46	<i>Clunio tsushimensis</i>		3		2	5	やや高い
47	緑藻植物 <i>Codium fragile</i>		2		3	5	やや高い
48	紅藻植物 <i>Neosiphonia harveyi</i>		2		3	5	やや高い
49	軟体動物 * <i>Mytilopsis sallei</i>		2		2	4	やや高い

注1) 灰色帯でマークした種は既に移入が確認されている種

注2) \*は世界から日本へ移入した二次的外来種候補

表 3.2-12(1) オーストラリア・ニューキャッスル港における表 3.1-5で抽出した種のうち定着潜在性がある種

No.	種名	Nation		合計	評価 (定着潜在性は・・・)	
		Port	Australia New Castle			
		項目	気候帯	塩分		
1	海綿動物 <i>Halichondria panicea</i>	ナミイカイメン	3	3	6	高い
2	腔腸動物 <i>Gonionemus vertens</i>	カキノテクラゲ	3	3	6	高い
3	<i>Aurelia aurita</i>	ミスクラゲ	3	3	6	高い
4	<i>Diadumene lineata</i>	タデジマイソキンチャク	3	3	6	高い
5	環形動物 <i>Neanthes succinea</i>	アソガコカイ	3	3	6	高い
6	<i>Pseudopolydora paucibranchia</i>	コオニスピオ	3	3	6	高い
7	<i>Hydroides ezoensis</i>	エゾカサネカンザシ	3	3	6	高い
8	* <i>Hydroides elegans</i>	カサネカンザシ	3	3	6	高い
9	* <i>Hydroides dianthus</i>	ナデシコカンザシコカイ	3	3	6	高い
10	* <i>Ficopomatus enigmaticus</i>	カニヤドリカンザシ	3	3	6	高い
11	触手動物 <i>Amathia distans</i>	ツブナリコケムシ	3	3	6	高い
12	<i>Bowerbankia imbricata</i>	センナリコケムシ	3	3	6	高い
13	<i>Zoobotryon verticillatum</i>	ホシダウラコケムシ	3	3	6	高い
14	<i>Conopeum reticulum</i>	シロアミメコケムシ	3	3	6	高い
15	<i>Bugula neritina</i>	フサコケムシ	3	3	6	高い
16	<i>Schizoporella unicornis</i>	コブヒラコケムシ	3	3	6	高い
17	<i>Cryptosula pallasiana</i>	モンクチコケムシ	3	3	6	高い
18	軟体動物 * <i>Crepidula onyx</i>	シマメノウフネカイ	3	3	6	高い
19	<i>Rapana venosa</i>	アカニシ	3	3	6	高い
20	<i>Okenia plana</i>	ヒメハラウミウシ	3	3	6	高い
21	<i>Eubranthus misakiensis</i>	ミサキヒメノウミウシ	3	3	6	高い
22	<i>Sakuraeolis enosimensis</i>	アカエラミノウミウシ	3	3	6	高い
23	<i>Aeolidiella indica</i>	ミノウミウシ	3	3	6	高い
24	* <i>Mytilus galloprovincialis</i>	ムラサキカイ	3	3	6	高い
25	* <i>Perna viridis</i>	ミドリガイ	3	3	6	高い
26	<i>Limaria orientalis</i>	フクレユキミノ	3	3	6	高い
27	<i>Crassostrea gigas</i>	マガキ	3	3	6	高い
28	<i>Raetia pulchella</i>	チヨノハナガイ	3	3	6	高い
29	節足動物 <i>Ammothea hilgendorfi</i>	シマウミグモ	3	3	6	高い
30	* <i>Balanus grandula</i>	キタアメリカフジツボ	3	3	6	高い
31	* <i>Amphibalanus amphitrite</i>	タデジマフジツボ	3	3	6	高い
32	* <i>Amphibalanus eburneus</i>	アメリカフジツボ	3	3	6	高い
33	* <i>Amphibalanus improvisus</i>	ヨーロッパフジツボ	3	3	6	高い
34	<i>Musculista senhousia</i>	ホトキスガイ	3	3	6	高い
35	<i>Amphibalanus reticulatus</i>	ササフジツボ	3	3	6	高い
36	<i>Balanus trigonus</i>	サンカフジツボ	3	3	6	高い
37	<i>Megabalanus rosa</i>	アカフジツボ	3	3	6	高い
38	<i>Megabalanus volcano</i>	オオアカフジツボ	3	3	6	高い
39	節足動物 <i>Cirolana harfordi</i>	ニセナホリムシ	3	3	6	高い
40	<i>Dynoides dentisinus</i>	シリケンウミセミ	3	3	6	高い
41	<i>Ampithoe valida</i>	オスミヨコエビ	3	3	6	高い
42	<i>Monocorophium achersicum</i>	アリアケトウクダムシ	3	3	6	高い
43	<i>Monocorophium insidiosum</i>	トンガリトウクダムシ	3	3	6	高い
44	<i>Grandidierella japonica</i>	ニホントウソコエビ	3	3	6	高い
45	<i>Palaemon macrodactylus</i>	ユビナガスジエビ	3	3	6	高い
46	* <i>Pyromaia tuberculata</i>	イカクモガニ	3	3	6	高い
47	* <i>Callinectes sapidus</i>	アオガニ	3	3	6	高い
48	棘皮動物 <i>Asterias amurensis</i>	マヒトデ	3	3	6	高い
49	原索動物 <i>Ciona intestinalis</i>	カクウレイヤ	3	3	6	高い
50	<i>Ascidia zara</i>	サラホヤ	3	3	6	高い

注1) 灰色帯でマークした種は既に移入が確認されている種

注2) \*は世界から日本へ移入した二次的外来種候補



表 3.2-12(2) オーストラリア・ニューキャッスル港における表 3.1-5で抽出した種のうち定着潜在性がある種

No.	種名	Nation		合計	評価 (定着潜在性は・・・)	
		Port	Australia New Castle			
		項目	気候帯	塩分		
51	原索動物 <i>Botryllus schlosseri</i>	ウスイホ <sup>ヤ</sup>	3	3	6	高い
52	<i>Symplegma reptans</i>	コハンイタホ <sup>ヤ</sup>	3	3	6	高い
53	* <i>Polyandrocarpa zorritensis</i>	クロマメイタホ <sup>ヤ</sup>	3	3	6	高い
54	<i>Styela plicata</i>	シロホ <sup>ヤ</sup>	3	3	6	高い
55	<i>Styela clava</i>	エホ <sup>ヤ</sup>	3	3	6	高い
56	* <i>Molgula manhattensis</i>	マンハッタンホ <sup>ヤ</sup>	3	3	6	高い
57	脊椎動物 <i>Acanthogobius flavimanus</i>	マハセ <sup>ヤ</sup>	3	3	6	高い
58	<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	アカオビシマハセ <sup>ヤ</sup>	3	3	6	高い
59	緑藻植物 <i>Codium fragile</i>	ミル	3	3	6	高い
60	褐藻植物 <i>Undaria pinnatifida</i>	ワカメ	3	3	6	高い
61	<i>Sargassum filicinum</i>	シダモク	3	3	6	高い
62	<i>Sargassum muticum</i>	タマハキモク	3	3	6	高い
63	紅藻植物 <i>Grateloupia turuturu</i>	ツルツル	3	3	6	高い
64	<i>Gracilaria vermiculophylla</i>	オゴノリ	3	3	6	高い
65	<i>Neosiphonia harveyi</i>	キブリイダグサ	3	3	6	高い
66	<i>Polysiphonia senticulosa</i>	ショウショウケノリ	3	3	6	高い
67	原生動物 <i>Trochammina hadai</i>	タマハナト <sup>ロムシ</sup>	3	2	5	やや高い
68	腔腸動物 <i>Cladonema uchidai</i>	エダアシクラゲ <sup>ヤ</sup>	3	2	5	やや高い
69	曲形動物 <i>Loxosomatoides laevis</i>		3	2	5	やや高い
70	環形動物 <i>Boccardia proboscidea</i>		2	3	5	やや高い
71	<i>Pseudopolydora kempfi</i>	ドロオニスビ <sup>オ</sup>	2	3	5	やや高い
72	<i>Pileolaria berkeleyana</i>		2	3	5	やや高い
73	触手動物 <i>Tricellaria occidentalis</i>	ホリフサコケムシ	2	3	5	やや高い
74	軟体動物 * <i>Mytilopsis sallei</i>	イガイダマン	3	2	5	やや高い
75	節足動物 <i>Paranthura japonica</i>	ヤマトウミナナフシ	2	3	5	やや高い
76	<i>Synidotea laevidorsalis</i>	ワラジヘラムシ	2	3	5	やや高い
77	<i>Parapleustes derzhavini</i>	ドンク <sup>リテング</sup> ヨコエビ <sup>ヤ</sup>	2	3	5	やや高い
78	* <i>Carcinus aestuarii</i>	チチュウカイミドリガニ	3	2	5	やや高い
79	* <i>Rhithropanopeus harrisi</i>	ミナトオウギガニ	3	2	5	やや高い
80	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	ケフサイソガニ	3	2	5	やや高い
81	<i>Clunio tsushimensis</i>	ツシマウミユスリカ	3	2	5	やや高い
82	原索動物 <i>Ciona savignyi</i>	ユウレイホ <sup>ヤ</sup>	2	3	5	やや高い
83	<i>Botrylloides violaceus</i>	イタホ <sup>ヤ</sup>	2	3	5	やや高い
84	褐藻植物 * <i>Cutleria multifida</i>	ヒラムチモ	3	2	5	やや高い
85	紅藻植物 <i>Antithamnionella spirographidis</i>	ホリカ <sup>サネ</sup>	2	3	5	やや高い
86	節足動物 <i>Scylla serrata</i>	ノキ <sup>リカ</sup> サ <sup>ミ</sup>	2	2	4	やや高い
87	<i>Neomysis japonica</i>	ニホンイササ <sup>アミ</sup>	3	1	4	やや高い?

注1) 灰色帯でマークした種は既に移入が確認されている種

注2) \*は世界から日本へ移入した二次的外来種候補

表 3.2-13 イラン・カーグアイランドにおける表 3.1-5で抽出した種のうち定着潜在性がある種

No.	種名	Nation Islamic Republic of Iran			合計	評価 (定着潜在性は・・・)
		Port	Kharg Island	塩分		
		項目	気候帯			
1	腔腸動物 <i>Aurelia aurita</i>	ミスウラケ	3	3	6	高い
2	環形動物 <i>Neanthes succinea</i>	アンナゴカイ	3	3	6	高い
3	触手動物 <i>Bowerbankia imbricata</i>	センナリコケムシ	3	3	6	高い
4	<i>Zoobotryon verticillatum</i>	ホンダウラコケムシ	3	3	6	高い
5	節足動物 * <i>Amphibalanus amphitrite</i>	タテシマフジツボ	3	3	6	高い
6	<i>Amphibalanus reticulatus</i>	ササフジツボ	3	3	6	高い
7	* <i>Callinectes sapidus</i>	アオガニ	3	3	6	高い
8	海綿動物 <i>Halichondria panicea</i>	ナミイカイメン	3	2	5	やや高い
9	腔腸動物 <i>Gonionemus vertens</i>	カキノテウラケ	3	2	5	やや高い
10	<i>Diadumene lineata</i>	タテシマイソキンチャク	3	2	5	やや高い
11	環形動物 * <i>Hydroides elegans</i>	カサネカンザシ	3	2	5	やや高い
12	* <i>Hydroides dianthus</i>	ナデシロカンザシコカイ	3	2	5	やや高い
13	* <i>Ficopomatus enigmaticus</i>	カニヤドリカンザシ	3	2	5	やや高い
14	触手動物 <i>Amathia distans</i>	ツブナリコケムシ	3	2	5	やや高い
15	<i>Conopeum reticulum</i>	シロアミメコケムシ	3	2	5	やや高い
16	<i>Bugula neritina</i>	フサケムシ	3	2	5	やや高い
17	<i>Schizoporella unicornis</i>	コブヒラコケムシ	3	2	5	やや高い
18	<i>Cryptosula pallasiana</i>	モンゴチコケムシ	3	2	5	やや高い
19	軟体動物 <i>Okenia plana</i>	ヒメバラウミウシ	3	2	5	やや高い
20	<i>Sakuraeolis enosimensis</i>	アカエラミノウミウシ	3	2	5	やや高い
21	<i>Aeolidiella indica</i>	ミノウミウシ	3	2	5	やや高い
22	<i>Musculista senhousia</i>	ホトギスガイ	3	2	5	やや高い
23	<i>Limaria orientalis</i>	フルレキミノ	3	2	5	やや高い
24	<i>Crassostrea gigas</i>	マガキ	3	2	5	やや高い
25	<i>Raetia pulchella</i>	チヨノハナガイ	3	2	5	やや高い
26	節足動物 * <i>Amphibalanus eburneus</i>	アメリカフジツボ	3	2	5	やや高い
27	<i>Balanus trigonus</i>	サンカクフジツボ	3	2	5	やや高い
28	<i>Megabalanus rosa</i>	アカフジツボ	3	2	5	やや高い
29	<i>Megabalanus volcano</i>	オオアカフジツボ	3	2	5	やや高い
30	<i>Cirolana harfordi</i>	ニセスナホリムシ	3	2	5	やや高い
31	<i>Monocorophium achersicum</i>	アリアケドコケムシ	3	2	5	やや高い
32	<i>Monocorophium insidiosum</i>	トンガリドコケムシ	3	2	5	やや高い
33	<i>Scylla serrata</i>	ノコギリガサミ	3	2	5	やや高い
34	原索動物 <i>Botryllus schlosseri</i>	ウスイタボヤ	3	2	5	やや高い
35	* <i>Molgula manhattensis</i>	マンハッタンボヤ	3	2	5	やや高い
36	脊椎動物 <i>Acanthogobius flavimanus</i>	マハゼ	3	2	5	やや高い
37	<i>Tridentiger trionocephalus</i>	アカオビシマハゼ	3	2	5	やや高い
38	緑藻植物 <i>Codium fragile</i>	ミル	2	3	5	やや高い
39	紅藻植物 <i>Gracilaria vermiculophylla</i>	オゴノリ	3	2	5	やや高い
40	軟体動物 * <i>Crepidula onyx</i>	シママノウメガイ	2	2	4	やや高い
41	<i>Eubranchus misakiensis</i>	ミサキヒメミノウミウシ	2	2	4	やや高い
42	節足動物 * <i>Amphibalanus improvisus</i>	ヨーロッパフジツボ	2	2	4	やや高い
43	紅藻植物 <i>Neosiphonia harveyi</i>	キブリエグサ	2	2	4	やや高い

注1) 灰色帯でマークした種は既に移入が確認されている種

注2) \*は世界から日本へ移入した二次的外来種候補

## (5) 影響・被害事例

ここまでにとまとめられた外来種候補および二次的外来種候補について、日本だけでなく世界各地で被害を起こしたことがあるか、または起こしているか、そのような記録はないか不明かを調べ、表 3.2-14に示した。さらには、今回対象とした4港での定着は不明であるが、取り上げられた種が世界のどこかで定着が確認されたものであるかどうかも調べ、「生態系への定着」として表 3.2-14に掲げた。

表の整理にあたっては、被害を「人の健康」、「社会・経済」、「生態系」の3つに分け、被害の記録がある場合は「あり」を、記録がないか不明の場合は「不明」を種毎に分けてそれぞれの欄に記した。ただし、生態系については被害の記録のほかに、世界のどこかで定着が確認された場合は「あり」とし、そうでない場合は「不明」とした。これは、世界のどこかに定着した種は定着場所の生態系へ影響を及ぼしている可能性があり、その定着場所と同じような気候帯、塩分環境であれば、いまは定着が見られなくともやがて定着して生態系へ影響を及ぼすリスクを持っていると考えるからである。

評価にあたっては、「人の健康」、「社会・経済」、「生態系」への被害と「定着」の4つとも「あり」となった場合を「重大」、いずれか3つが「あり」となった場合を「危険」、2つが「あり」となった場合を「要警戒」、「あり」がひとつだけの場合を「注意」、4つ全てが「不明」の場合を「不明」として表 3.2-14の評価欄に示した。

結果は、77種の外来種候補のうち、重大が1種、危険が8種、要警戒が10種、注意が35種、残りの23種は不明であった。

今回「人の健康」へ被害をおよぼした事例としてあげられたのはエボヤである。エボヤによる健康被害の実態とその評価は以下のように要約することができる。日本国内のカキの養殖業者およびアコヤガイの養殖業者の中にアレルギー喘息症状が多く発生し、その症例がホヤの生理活性物質によるアレルギー症候群であることが判明した。ただし、この症例は換気が不十分な非常に特殊な作業状況下での発現であり、かつアレルギー発現までに多量の暴露を必要とする職業上暴露リスクである。事実、日本国においてはマボヤを通常に食用としており、また、一般人の喘息症状としてホヤからの生理活性物質が同定された例はない。養殖業者においても、治療法が開発されたことや1967年以後の作業環境の改善もあって、その後の発現報告は急速に低下した(城 1994)。このようなことを考えると、エボヤが一般人へホヤ喘息を引き起こすことは非常に考えにくく、仮に移入があったとしても、適切かつ最小限の対策で、職業上暴露リスクは回避できると考えている。もちろん、ホヤ類による生態系への侵入影響リスクは十分に考えられる。

表 3.2-14(1) 表 3.1-5で抽出した種が社会・経済、生態に与える影響・被害事例に関する情報

No.	Phylum	Species	Japanese name	人の健康	社会・経済被害事例	生態系被害事例	生態系への定着	評価
1	原索動物	<i>Styela clava</i>	エホヤ	あり	あり	あり	あり	重大
2	環形動物	<i>Hydroides ezoensis</i>	エゾカサネカンザシ	不明	あり	あり	あり	危険
3 *	軟体動物	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	ムラサキイガイ	不明	あり	あり	あり	危険
4		<i>Crassostrea gigas</i>	マガキ	不明	あり	あり	あり	危険
5	棘皮動物	<i>Asterias amurensis</i>	マヒトデ	不明	あり	あり	あり	危険
6	原索動物	<i>Ciona intestinalis</i>	カタウレイホヤ	不明	あり	あり	あり	危険
7		<i>Styela plicata</i>	シロホヤ	不明	あり	あり	あり	危険
8 *		<i>Molgula manhattensis</i>	マンハッタンホヤ	不明	あり	あり	あり	危険
9	緑藻植物	<i>Codium fragile</i>	ミル	不明	あり	あり	あり	危険
10	褐藻植物	<i>Undaria pinnatifida</i>	ワカメ	不明	あり	あり	あり	危険
11		<i>Sargassum muticum</i>	タマハハキモク	不明	あり	あり	あり	危険
12	腔腸動物	<i>Aurelia aurita</i>	ミスウクラゲ	不明	あり	不明	あり	要警戒
13	環形動物	<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	コオスビオ	不明	不明	あり	あり	要警戒
14 *		<i>Hydroides elegans</i>	カサネカンザシ	不明	あり	不明	あり	要警戒
15 *		<i>Ficopomatus enigmaticus</i>	カニヤドリカンザシ	不明	あり	不明	あり	要警戒
16	軟体動物	<i>Rapana venosa</i>	アカニシ	不明	不明	あり	あり	要警戒
17		<i>Musculista senhousia</i>	ホトキスガイ	不明	不明	あり	あり	要警戒
18 *	節足動物	<i>Amphibalanus amphitrite</i>	タテジマフジツボ	不明	あり	不明	あり	要警戒
19 *		<i>Amphibalanus eburneus</i>	アメノカフジツボ	不明	あり	不明	あり	要警戒
20 *		<i>Amphibalanus improvisus</i>	ヨーロッパフジツボ	不明	あり	不明	あり	要警戒
21		<i>Amphibalanus reticulatus</i>	ウツボ	不明	あり	不明	あり	要警戒
22		<i>Balanus trigonus</i>	サンカフジツボ	不明	あり	不明	あり	要警戒
23		<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	ケフサイソガニ	不明	不明	あり	あり	要警戒
24	原生動物	<i>Trochammina hadai</i>	タマハナドリロムシ	不明	不明	不明	あり	注意
25	腔腸動物	<i>Cladonema uchidai</i>	エダアシクラゲ	不明	不明	不明	あり	注意
26		<i>Gonionemus vertens</i>	カキノクラゲ	不明	不明	不明	あり	注意
27		<i>Diadumene lineata</i>	タテジマイソギンチャク	不明	不明	不明	あり	注意
28	曲形動物	<i>Loxosomatoides laevis</i>		不明	不明	不明	あり	注意
29 *	環形動物	<i>Hydroides dianthus</i>	ナデシコカンザシゴカイ	不明	不明	不明	あり	注意
30	触手動物	<i>Zoobotryon verticillatum</i>	ホシダマクラムシ	不明	不明	不明	あり	注意
31		<i>Bugula neritina</i>	フサクラムシ	不明	不明	不明	あり	注意
32		<i>Tricellaria occidentalis</i>	ホソフサクラムシ	不明	不明	不明	あり	注意
33		<i>Schizoporella unicornis</i>	コブヒラクラムシ	不明	不明	不明	あり	注意
34		<i>Cryptosula pallasiana</i>	モンダマクラムシ	不明	不明	不明	あり	注意
35 *	軟体動物	<i>Crepidula onyx</i>	シマメノウツボガイ	不明	不明	不明	あり	注意
36		<i>Okenia plana</i>	ヒメハラウミウシ	不明	不明	不明	あり	注意
37		<i>Eubranthus misakiensis</i>	ミサキヒメノウミウシ	不明	不明	不明	あり	注意
38 *		<i>Cuthona perca</i>		不明	不明	不明	あり	注意
39		<i>Sakuraeolis enosimensis</i>	アカエラミノウミウシ	不明	不明	不明	あり	注意
40		<i>Aeolidiella indica</i>	ミノウミウシ	不明	不明	不明	あり	注意
41 *		<i>Perna viridis</i>	ミドリイガイ	不明	不明	不明	あり	注意
42 *		<i>Xenostrobus securis</i>	コウロクノカワハリガイ	不明	不明	不明	あり	注意
43		<i>Limaria orientalis</i>	フクレユキミノ	不明	不明	不明	あり	注意
44		<i>Raetia pulchella</i>	チヨノハナガイ	不明	不明	不明	あり	注意
45 *		<i>Mytilopsis salei</i>	イガイダマン	不明	不明	不明	あり	注意
46 *	節足動物	<i>Balanus grandula</i>	キタアフリカフジツボ	不明	不明	不明	あり	注意
47		<i>Megabalanus rosa</i>	アカフジツボ	不明	あり	不明	不明	注意
48		<i>Cirolana harfordi</i>	ニセナホリムシ	不明	不明	不明	あり	注意
49		<i>Synidotea laevidorsalis</i>	ワラシヘラムシ	不明	不明	不明	あり	注意
50		<i>Parapleustes derzhavini</i>	ドンクワリテングヨコエビ	不明	不明	不明	あり	注意
51		<i>Ampithoe valida</i>	ヌメヨコエビ	不明	不明	不明	あり	注意
52		<i>Monocorophium achersicum</i>	アリアケトノカタムシ	不明	不明	不明	あり	注意
53		<i>Monocorophium insidiosum</i>	トンガリトノカタムシ	不明	不明	不明	あり	注意
54		<i>Grandidierella japonica</i>	ニホトノヨコエビ	不明	不明	不明	あり	注意
55 *		<i>Pyromma tuberculata</i>	イッカクモガニ	不明	不明	不明	あり	注意
56 *		<i>Carcinus aestuarii</i>	チチュウカイミドリガニ	不明	不明	不明	あり	注意
57 *		<i>Callinectes sapidus</i>	アオガニ	不明	不明	不明	あり	注意
58 *		<i>Rhithropanopeus harrisi</i>	ミナトウキガニ	不明	不明	不明	あり	注意
59	原索動物	<i>Ciona savignyi</i>	ユウレイホヤ	不明	不明	不明	あり	注意
60		<i>Ascidia zara</i>	ザラホヤ	不明	不明	不明	あり	注意
61		<i>Botryllus schlosseri</i>	ウスイホヤ	不明	不明	不明	あり	注意
62		<i>Botrylloides violaceus</i>	イホヤ	不明	不明	不明	あり	注意
63 *		<i>Polyandrocarpa zorrissentis</i>	クロマメイホヤ	不明	不明	不明	あり	注意
64 *	褐藻植物	<i>Cutleria multifida</i>	ヒラムチモ	不明	不明	不明	あり	注意
65	紅藻植物	<i>Gracilaria vermiculophylla</i>	オゴノリ	不明	不明	不明	あり	注意
66		<i>Antithamnionella spirographidis</i>	ホソガサネ	不明	不明	不明	あり	注意
67		<i>Neosiphonia harveyi</i>	キプリイトグサ	不明	不明	不明	あり	注意

表 3.2-14(2) 表 3.1-5で抽出した種が社会・経済、生態に与える影響・被害事例に関する情報

No.	Phylum	Species	Japanese name	人の健康	社会・経済 被害事例	生態系被 害事例	生態系へ の定着	評価
68	海綿動物	<i>Sycon ciliata</i>	ホカクケツホカイメン	不明	不明	不明	不明	不明
69		<i>Halichondria panicea</i>	ナミイカイメン	不明	不明	不明	不明	不明
70	腔腸動物	<i>Sarsia japonica</i>	ニホンサルシヤ	不明	不明	不明	不明	不明
71	曲形動物	<i>Barentsia matsushimana</i>		不明	不明	不明	不明	不明
72	環形動物	<i>Typosyllis nipponica</i>	ミドリシリス	不明	不明	不明	不明	不明
73	環形動物	<i>Neanthes succinea</i>	アソナゴカイ	不明	不明	不明	不明	不明
74		<i>Boccardia proboscidea</i>		不明	不明	不明	不明	不明
75		<i>Pseudopolydora kempfi</i>	ドロオニスビオ	不明	不明	不明	不明	不明
76		<i>Pileolaria berkeleyana</i>		不明	不明	不明	不明	不明
77	触手動物	<i>Amathia distans</i>	ツブナリコケムシ	不明	不明	不明	不明	不明
78		<i>Bowerbankia imbricata</i>	センナリコケムシ	不明	不明	不明	不明	不明
79		<i>Conopeum reticulum</i>	シロアミメケムシ	不明	不明	不明	不明	不明
80		<i>Fenestulina malusii</i>	キクメスケムシ	不明	不明	不明	不明	不明
81	軟体動物	<i>Cuthona alpha</i>		不明	不明	不明	不明	不明
82		<i>Cuthona beta</i>		不明	不明	不明	不明	不明
83	節足動物	<i>Ammothea hilgendorfi</i>	シマウミグモ	不明	不明	不明	不明	不明
84		<i>Megabalanus volcano</i>	オオアカフジツボ	不明	不明	不明	不明	不明
85		<i>Neomysis japonica</i>	ニホンイサザアミ	不明	不明	不明	不明	不明
86		<i>Sinelobus stanfordi</i>	キヌイタナシ	不明	不明	不明	不明	不明
87		<i>Paranthura japonica</i>	ヤマトウミナナフシ	不明	不明	不明	不明	不明
88		<i>Dynoides dentisinus</i>	シラケンウミセミ	不明	不明	不明	不明	不明
89		<i>Monocorophium sextonae</i>		不明	不明	不明	不明	不明
90		<i>Caprella mutica</i>	コシトケウレカラ	不明	不明	不明	不明	不明
91		<i>Palaemon macrodactylus</i>	ユビナガスジエビ	不明	不明	不明	不明	不明
92		<i>Scylla serrata</i>	ノキリガサミ	不明	不明	不明	不明	不明
93		<i>Clunio tsushimensis</i>	ツシマウミユスリカ	不明	不明	不明	不明	不明
94	原索動物	<i>Botrylloides magnicoecus</i>	ムラサキクボヤ	不明	不明	不明	不明	不明
95		<i>Symplegma reptans</i>	コハンイタホヤ	不明	不明	不明	不明	不明
96	脊椎動物	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	マハゼ	不明	不明	不明	不明	不明
97		<i>Acanthogobius pflaumi</i>	スジハゼ	不明	不明	不明	不明	不明
98		<i>Tridentiger trionocephalus</i>	アカオビシマハゼ	不明	不明	不明	不明	不明
99	褐藻植物	<i>Sargassum filicinum</i>	シダモク	不明	不明	不明	不明	不明
100	紅藻植物	<i>Grateloupia turuturu</i>	ツルツル	不明	不明	不明	不明	不明
101		<i>Polysiphonia senticulosa</i>	ショウジョウケツリ	不明	不明	不明	不明	不明

\*を付した種は日本からの二次的移入が考えられる種

(6) 定着が懸念される種の防除重要度のランク付け

定着が懸念される種のうちどの種の定着に注意しなければならないかを防除重要度という基準を設けて評価した(表 3.2-15)。防除重要度は3.2.2(3)の気候帯と塩分の2つの環境要素から導かれる定着潜在性の評価と、3.2.2(5)の影響・被害事例の評価をあわせたものである。防除重要度の決定にあたっては環境要素から導かれる定着潜在性を、影響・被害事例に優先させた。これは、定着するかどうかがまず問題であって、定着しなければ被害は生じないと考えるからである。表 3.2-15に示すように、定着潜在性の評価が「高い」で被害事例の評価が「重大」の場合の防除重要度が最も高く、これを防除重要度「10」にランクした。定着潜在性の評価が「高い」で被害事例の評価が「危険」の場合は「9」、以下「要警戒」は防除重要度「8」、「注意」は防除重要度「7」、「不明」は防除重要度「6」とし、数字が小さくなるほど防除重要度は低下するようランクを設定した。定着潜在性の評価が「やや高い」の場合は、被害事例の評価が「重大」、「要警戒」、「注意」、「不明」の順に防除重要度はそれぞれ「5」、「4」、「3」、「2」、「1」とした。

表 3.2-15 定着が懸念される種の防除重要度の基準

定着潜在性の評価	影響・被害事例の評価	防除重要度
高い	重大	10
	危険	9
	要警戒	8
	注意	7
	不明	6
やや高い	重大	5
	危険	4
	要警戒	3
	注意	2
	不明	1

それぞれの港での日本および周辺海域からの外来種候補および二次外来種候補の防除重要度は表 3.2-17～表 3.2-20に示すとおりである。

ただし、もし、「定着潜在性が高い」ランクの中に、表 3.2-16に示すオーストラリア、ニュージーランドで「発見したら届け出て欲しい好ましくない種」と言われるものが含まれている場合は、それらの防除を優先することとした。

表 3.2-16 オーストラリア、ニュージーランドにおける発見したら届け出て欲しい好ましくない外来種一覧

Species	Japanese name	オーストラリア	ニュージーランド
<i>Styela clava</i>	エホヤ		×
<i>Undaria pinnatifida</i>	ワカメ	×	×
<i>Eriocheir sinensis</i>	シナモクス		×
<i>Sabella spallanzanii</i>		×	×
<i>Asterias amurensis</i>	マヒトデ	×	×
<i>Carcinus maenas</i>	チチュウカイミドリガニ	×	×
<i>Potamocorbula amurensis</i>	ヌマコダキガイ	×	×
<i>Mytilospsis sallei</i>	イガイダマシ	×	

(NIMPIS、MAF Biosecurity New Zealand による)

表 3.2-17(1) アメリカ合衆国・ロングビーチ港における表 3.1-5で抽出した種の防除重要度

No.	Phylum	Species	Japanese name	環境要素から見た定着潜在	影響・被害の評価	防除重要度
1	環形動物	<i>Hydroides ezoensis</i>	エゾカサネカンザシ	高い	危険	9
2	軟体動物	* <i>Mytilus galloprovincialis</i>	ムラサキガイ	高い	危険	
3		<i>Crassostrea gigas</i>	マガキ	高い	危険	
4	棘皮動物	<i>Asterias amurensis</i>	マヒトデ	高い	危険	
5	原索動物	<i>Ciona intestinalis</i>	カタウレイホヤ	高い	危険	
6		<i>Styela plicata</i>	シロホヤ	高い	危険	
7		<i>Styela clava</i>	エボヤ	高い	危険	
8		* <i>Molgula manhattensis</i>	マンハッタンホヤ	高い	危険	
9	緑藻植物	<i>Codium fragile</i>	ミル	高い	危険	
10	褐藻植物	<i>Undaria pinnatifida</i>	ワカメ	高い	危険	
11		<i>Sargassum muticum</i>	タマハハキモク	高い	危険	
12	腔腸動物	<i>Aurelia aurita</i>	ミスクラケ	高い	要警戒	8
13	環形動物	<i>Pseudopolydora paucibranchia</i>	コオニスビオ	高い	要警戒	
14		* <i>Hydroides elegans</i>	カサネカンザシ	高い	要警戒	
15		* <i>Ficopomatus enigmaticus</i>	カニヤドリカンザシ	高い	要警戒	
16	軟体動物	<i>Rapana venosa</i>	アカニシ	高い	要警戒	
17		<i>Musculista senhousia</i>	ホトキスガイ	高い	要警戒	
18	節足動物	* <i>Amphibalanus amphitrite</i>	タデジマフジツボ	高い	要警戒	
19		* <i>Amphibalanus eburneus</i>	アメリカフジツボ	高い	要警戒	
20		* <i>Amphibalanus improvisus</i>	ヨーロッパフジツボ	高い	要警戒	
21		<i>Amphibalanus reticulatus</i>	サラサフジツボ	高い	要警戒	
22		<i>Balanus trigonus</i>	サンカクフジツボ	高い	要警戒	
23	腔腸動物	<i>Gonionemus vertens</i>	カギノテクラケ	高い	注意	7
24		<i>Diadumene lineata</i>	タデジマイソキンチャク	高い	注意	
25	環形動物	* <i>Hydroides dianthus</i>	ナデシコカンザシコガイ	高い	注意	
26	触手動物	<i>Zoobotryon verticillatum</i>	ホンダウラクムシ	高い	注意	
27		<i>Bugula neritina</i>	フサコケムシ	高い	注意	
28		<i>Schizoporella unicornis</i>	コブヒラクケムシ	高い	注意	
29		<i>Cryptosula pallasiana</i>	モンクチコケムシ	高い	注意	
30	軟体動物	<i>Okenia plana</i>	ヒメハラウミウシ	高い	注意	
31		<i>Eubranchus misakiensis</i>	ミサキヒメノウミウシ	高い	注意	
32		<i>Sakuraeolis enosimensis</i>	アカエラミノウミウシ	高い	注意	
33		<i>Aeolidiella indica</i>	ミノウミウシ	高い	注意	
34		* <i>Perna viridis</i>	ミドリガイ	高い	注意	
35		* <i>Xenostrobus securis</i>	コウロンカワヒバリガイ	高い	注意	
36		<i>Limaria orientalis</i>	フクレユキミノ	高い	注意	
37		<i>Raetia pulchella</i>	チヨハナガイ	高い	注意	
38	節足動物	<i>Megabalanus rosa</i>	アカフジツボ	高い	注意	
39		<i>Cirolana harfordi</i>	ニセスナホリムシ	高い	注意	
40		<i>Ampithoe valida</i>	モスミヨコエビ	高い	注意	
41		<i>Monocorophium achersicum</i>	アリアケトウカタムシ	高い	注意	
42		<i>Monocorophium insidiosum</i>	トンガリトウカタムシ	高い	注意	
43		<i>Grandidierella japonica</i>	ニホントウロコエビ	高い	注意	
44		* <i>Callinectes sapidus</i>	アオガニ	高い	注意	
45	原索動物	<i>Ascidia zara</i>	サラホヤ	高い	注意	
46		<i>Botryllus schlosseri</i>	ウスイホヤ	高い	注意	
47		* <i>Polyandrocarpa zorritensis</i>	クロマメイホヤ	高い	注意	
48	紅藻植物	<i>Gracilaria vermiculophylla</i>	オコリ	高い	注意	
49		<i>Antithamnionella spirographidis</i>	ホソガサネ	高い	注意	
50		<i>Neosiphonia harveyi</i>	キブリトクサ	高い	注意	

注1) 灰色帯でマークした種は既に移入が確認されている種  
 注2) \*は世界から日本へ移入した二次的外来種候補



表 3.2-17(2) アメリカ合衆国・ロングビーチ港における表 3.1-5で抽出した種の防除重要度

No.	Phylum	Species	Japanese name	見た定着潜在性	影響・被害の評価	防除重要度
51	海綿動物	<i>Halichondria panicea</i>	フミイカイメン	高い	不明	6
52	環形動物	<i>Neanthes succinea</i>	アシガコカイ	高い	不明	
53	触手動物	<i>Amathia distans</i>	ツブナリコケムシ	高い	不明	
54		<i>Bowerbankia imbricata</i>	センナリコケムシ	高い	不明	
55		<i>Conopeum reticulum</i>	シロアミノコケムシ	高い	不明	
56	節足動物	<i>Ammothea hilgendorfi</i>	シマウミグモ	高い	不明	
57		<i>Megabalanus volcano</i>	オアカアソノツボ	高い	不明	
58		<i>Dynoides dentisinus</i>	シリケンウミセミ	高い	不明	
59		<i>Palaemon macrodactylus</i>	ユビナカスジエビ	高い	不明	
60	原索動物	<i>Symplegma reptans</i>	コバンイタホヤ	高い	不明	
61	脊椎動物	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	マハセ	高い	不明	
62		<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	アカオビシマハセ	高い	不明	
63	褐藻植物	<i>Sargassum filicinum</i>	シダモク	高い	不明	
64	紅藻植物	<i>Grateloupia turuturu</i>	ツルツル	高い	不明	
65		<i>Polysiphonia senticulosa</i>	シヨウシヨウケリ	高い	不明	
66	原生動物	<i>Trochammina hadai</i>	タマハナドリムシ	やや高い	要警戒	3
67	節足動物	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	ケフサイソガニ	やや高い	要警戒	
68	腔腸動物	<i>Cladonema uchidai</i>	エダアシクラゲ	やや高い	注意	2
69	曲形動物	<i>Loxosomatoides laevis</i>		やや高い	注意	
70	触手動物	<i>Tricellaria occidentalis</i>	ホソフサコケムシ	やや高い	注意	
71	軟体動物	* <i>Mytilopsis sallei</i>	イガイタマシ	やや高い	注意	
72	節足動物	<i>Synidotea laevidorsalis</i>	ワラジヘラムシ	やや高い	注意	
73		<i>Parapleustes derzhavini</i>	ドンクリテングヨコエビ	やや高い	注意	
74		* <i>Carcinus aestuarii</i>	チチュウカイミドリガニ	やや高い	注意	
75		* <i>Rhithropanopeus harrisi</i>	ミナトオウキガニ	やや高い	注意	
76	原索動物	<i>Ciona savignyi</i>	ユウレイホヤ	やや高い	注意	
77		<i>Botrylloides violaceus</i>	イタホヤ	やや高い	注意	
78	褐藻植物	* <i>Cutleria multifida</i>	ヒラムチモ	やや高い	注意	
79	環形動物	<i>Boccardia proboscidea</i>		やや高い	不明	1
80		<i>Pseudopolydora kemp</i>	ドロオニスビオ	やや高い	不明	
81		<i>Pileolaria berkeleyana</i>		やや高い	不明	
82	節足動物	<i>Sinelobus stanfordi</i>	キヌイナシ	やや高い?	不明	
83		<i>Paranthura japonica</i>	ヤマトウミナナフシ	やや高い	不明	
84		<i>Caprella mutica</i>	コシトケワレカラ	やや高い?	不明	
85		<i>Scylla serrata</i>	ノコギリガザミ	やや高い	不明	
86		<i>Clunio tsushimensis</i>	ツシマウミユスリカ	やや高い	不明	

注1) 灰色帯でマークした種は既に移入が確認されている種

注2) \*は世界から日本へ移入した二次的外来種候補

表 3.2-18 オーストラリア・ダンピア港における表 3.1-5で抽出した種の防除重要度

No.	Phylum	Species	Japanese name	環境要素から見た定着潜在	影響・被害の評価	防除重要度
1	軟体動物	<i>Crassostrea gigas</i>	マガキ	高い	危険	9
2	原索動物	* <i>Molgula manhattensis</i>	マンハッタンボヤ	高い	危険	
3	腔腸動物	<i>Aurelia aurita</i>	ミスクラゲ	高い	要警戒	8
4	環形動物	* <i>Hydroides elegans</i>	カサネカンザシ	高い	要警戒	
5		* <i>Ficopomatus enigmaticus</i>	カニヤドリカンザシ	高い	要警戒	
6	軟体動物	<i>Musculista senhousia</i>	ホトキスカイ	高い	要警戒	
7		* <i>Amphibalanus amphitrite</i>	タテシマフジツボ	高い	要警戒	
8	節足動物	* <i>Amphibalanus eburneus</i>	アメリカフジツボ	高い	要警戒	
9		<i>Amphibalanus reticulatus</i>	ササフジツボ	高い	要警戒	
10		<i>Balanus trigonus</i>	サンカクフジツボ	高い	要警戒	
11	腔腸動物	<i>Gonionemus vertens</i>	カギノテクラゲ	高い	注意	7
12		<i>Diadumene lineata</i>	タテシマイソキンチャク	高い	注意	
13	環形動物	* <i>Hydroides dianthus</i>	ナテシコカンザシコカイ	高い	注意	
14	触手動物	<i>Zoobotryon verticillatum</i>	ホシダウコケムシ	高い	注意	
15		<i>Bugula neritina</i>	フサコケムシ	高い	注意	
16		<i>Schizoporella unicornis</i>	コブヒラコケムシ	高い	注意	
17		<i>Cryptosula pallasiana</i>	モンクチコケムシ	高い	注意	
18	軟体動物	<i>Okenia plana</i>	ヒメイハラウミウシ	高い	注意	
19		<i>Sakuraeolis enosimensis</i>	アカエラミノウミウシ	高い	注意	
20		<i>Aeolidiella indica</i>	ミノウミウシ	高い	注意	
21		* <i>Perna viridis</i>	ミドリイガイ	高い	注意	
22		<i>Limaria orientalis</i>	フクレユキミノ	高い	注意	
23		<i>Raetia pulchella</i>	チヨノハナガイ	高い	注意	
24	節足動物	<i>Megabalanus rosa</i>	アカフジツボ	高い	注意	
25		<i>Cirolana harfordi</i>	ニセナホリムシ	高い	注意	
26		<i>Monocorophium achersicum</i>	アリアケトウクダムシ	高い	注意	
27		<i>Monocorophium insidiosum</i>	トンガリトウクダムシ	高い	注意	
28		* <i>Callinectes sapidus</i>	アオカニ	高い	注意	
29	原索動物	<i>Botryllus schlosseri</i>	ウスイタホヤ	高い	注意	
30	紅藻植物	<i>Gracilaria vermiculophylla</i>	オゴノリ	高い	注意	
31	海綿動物	<i>Halichondria panicea</i>	ナミイカイメン	高い	不明	6
32	環形動物	<i>Neanthes succinea</i>	アシナガコカイ	高い	不明	
33	触手動物	<i>Amathia distans</i>	ツブナリコケムシ	高い	不明	
34		<i>Bowerbankia imbricata</i>	センナリコケムシ	高い	不明	
35		<i>Conopeum reticulum</i>	シロアミコケムシ	高い	不明	
36	節足動物	<i>Megabalanus volcano</i>	オオアカフジツボ	高い	不明	
37	脊椎動物	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	マハゼ	高い	不明	
38		<i>Tridentiger trionocephalus</i>	アカオビシマハゼ	高い	不明	
39	緑藻植物	<i>Codium fragile</i>	ミル	やや高い	危険	4
40	節足動物	* <i>Amphibalanus improvisus</i>	ヨーロッパフジツボ	やや高い	要警戒	3
41		<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	ケフサイソガニ	やや高い	要警戒	
42	曲形動物	<i>Loxosomatoides laevis</i>		やや高い	注意	2
43	軟体動物	* <i>Crepidula onyx</i>	シマメノウフネガイ	やや高い	注意	
44		<i>Eubranchus misakiensis</i>	ミサキヒメノウミウシ	やや高い	注意	
45		* <i>Mytilopsis sallei</i>	イカイタマシ	やや高い	注意	
46	節足動物	* <i>Rhithropanopeus harrisi</i>	ミナトオウキガニ	やや高い	注意	
47	紅藻植物	<i>Neosiphonia harveyi</i>	キブリイトグサ	やや高い	注意	
48	節足動物	<i>Scylla serrata</i>	ノキリカサミ	やや高い	不明	1
49		<i>Clunio tsushimensis</i>	ツシマウミスリカ	やや高い	不明	

注1) 灰色帯でマークした種は既に移入が確認されている種

注2) \*は世界から日本へ移入した二次的外来種候補

表 3.2-19(1) オーストラリア・ニューキャッスル港における表 3.1-5で抽出した種の防除重要度

No.	Phylum	Species	Japanese name	環境要素から見た定着潜在	影響・被害の評価	防除重要度
1	環形動物	<i>Hydroides ezoensis</i>	エゾカサネカンザシ	高い	危険	9
2	軟体動物	* <i>Mytilus galloprovincialis</i>	ムラサキガイ	高い	危険	
3		<i>Crassostrea gigas</i>	マガキ	高い	危険	
4	棘皮動物	<i>Asterias amurensis</i>	マヒトデ	高い	危険	
5	原索動物	<i>Ciona intestinalis</i>	カタウレイホヤ	高い	危険	
6		<i>Styela plicata</i>	シロホヤ	高い	危険	
7		<i>Styela clava</i>	エホヤ	高い	危険	
8		* <i>Molgula manhattensis</i>	マンハッタンホヤ	高い	危険	
9	緑藻植物	<i>Codium fragile</i>	ミル	高い	危険	
10	褐藻植物	<i>Undaria pinnatifida</i>	ワカメ	高い	危険	
11		<i>Sargassum muticum</i>	タマハキモク	高い	危険	
12	腔腸動物	<i>Aurelia aurita</i>	ミスクラケ	高い	要警戒	8
13	環形動物	<i>Pseudopolydora paucibranchia</i>	コオニシビオ	高い	要警戒	
14		* <i>Hydroides elegans</i>	カサネカンザシ	高い	要警戒	
15		* <i>Ficopomatus enigmaticus</i>	カニヤドリカンザシ	高い	要警戒	
16	軟体動物	<i>Rapana venosa</i>	アカニシ	高い	要警戒	
17	節足動物	* <i>Amphibalanus amphitrite</i>	タテジマフジツボ	高い	要警戒	
18		* <i>Amphibalanus eburneus</i>	アメリカフジツボ	高い	要警戒	
19		* <i>Amphibalanus improvisus</i>	ヨーロッパフジツボ	高い	要警戒	
20		<i>Musculista senhousia</i>	ホトキスガイ	高い	要警戒	
21		<i>Amphibalanus reticulatus</i>	サラサフジツボ	高い	要警戒	
22		<i>Balanus trigonus</i>	サンカクフジツボ	高い	要警戒	
23	腔腸動物	<i>Gonionemus vertens</i>	カギノテクラケ	高い	注意	7
24		<i>Diadumene lineata</i>	タテジマソキンチャク	高い	注意	
25	環形動物	* <i>Hydroides dianthus</i>	ナデシコカンザシゴカイ	高い	注意	
26	触手動物	<i>Zoobotryon verticillatum</i>	ホンダワラコケムシ	高い	注意	
27		<i>Bugula neritina</i>	フサコケムシ	高い	注意	
28		<i>Schizoporella unicornis</i>	コフヒラコケムシ	高い	注意	
29		<i>Cryptosula pallasiana</i>	モングチコケムシ	高い	注意	
30	軟体動物	* <i>Crepidula onyx</i>	シマメノウフネガイ	高い	注意	
31		<i>Okenia plana</i>	ヒメハラウミウシ	高い	注意	
32		<i>Eubranchus misakiensis</i>	ミサキヒメノウミウシ	高い	注意	
33		<i>Sakuraeolis enosimensis</i>	アカエラミノウミウシ	高い	注意	
34		<i>Aeolidiella indica</i>	ミノウミウシ	高い	注意	
35		* <i>Perna viridis</i>	ミドリイガイ	高い	注意	
36		<i>Limaria orientalis</i>	フクレユキミノ	高い	注意	
37		<i>Raetia pulchella</i>	チヨハナガイ	高い	注意	
38	節足動物	* <i>Balanus grandula</i>	キタアメリカフジツボ	高い	注意	
39		<i>Megabalanus rosa</i>	アカフジツボ	高い	注意	
40		<i>Cirolana harfordi</i>	ニセスナホリムシ	高い	注意	
41		<i>Ampithoe valida</i>	モスマヨコエビ	高い	注意	
42		<i>Monocorophium achersicum</i>	アリアケドクダムシ	高い	注意	
43		<i>Monocorophium insidiosum</i>	トンガリドクダムシ	高い	注意	
44		<i>Grandidierella japonica</i>	ニホントロソコエビ	高い	注意	
45		* <i>Pyromaia tuberculata</i>	イッカクモガニ	高い	注意	
46		* <i>Callinectes sapidus</i>	アオガニ	高い	注意	
47	原索動物	<i>Ascidia zara</i>	ザラホヤ	高い	注意	
48		<i>Botryllus schlosseri</i>	ウスイタホヤ	高い	注意	
49		* <i>Polyandrocarpa zorritensis</i>	クロマメイタホヤ	高い	注意	
50	紅藻植物	<i>Gracilaria vermiculophylla</i>	オゴノリ	高い	注意	

注1) 灰色帯でマークした種は既に移入が確認されている種  
 注2) \*は世界から日本へ移入した二次的外来種候補

表 3.2-19(2) オーストラリア・ニューキャッスル港における表 3.1-5で抽出した種の防除重要度

No.	Phylum	Species	Japanese name	見た定着潜在性	影響・被害の評価	防除重要度
51		<i>Neosiphonia harveyi</i>	キブ <sup>レ</sup> イトグ <sup>サ</sup>	高い	注意	
52	海綿動物	<i>Halichondria panicea</i>	ナミイ <sup>カ</sup> イ <sup>メン</sup>	高い	不明	
53	環形動物	<i>Neanthes succinea</i>	アシナ <sup>ゴ</sup> コ <sup>カイ</sup>	高い	不明	
54	触手動物	<i>Amathia distans</i>	ツブ <sup>ナ</sup> リ <sup>コ</sup> ケ <sup>ム</sup> シ	高い	不明	
55		<i>Bowerbankia imbricata</i>	セン <sup>ナ</sup> リ <sup>コ</sup> ケ <sup>ム</sup> シ	高い	不明	
56		<i>Conopeum reticulum</i>	シロ <sup>ア</sup> ミ <sup>メ</sup> コ <sup>ケ</sup> ム <sup>シ</sup>	高い	不明	
57	節足動物	<i>Ammothea hilgendorfi</i>	シマウ <sup>ミ</sup> グ <sup>モ</sup>	高い	不明	
58		<i>Megabalanus volcano</i>	オオ <sup>ア</sup> カ <sup>フ</sup> ジ <sup>ツ</sup> ホ <sup>ク</sup>	高い	不明	
59		<i>Dynoides dentisinus</i>	シリケン <sup>ウ</sup> ミ <sup>セ</sup> ミ	高い	不明	6
60		<i>Palaemon macrodactylus</i>	ユビ <sup>ナ</sup> ガ <sup>ス</sup> ジ <sup>エ</sup> ビ <sup>ク</sup>	高い	不明	
61	原索動物	<i>Symplegma reptans</i>	コバ <sup>ン</sup> イ <sup>タ</sup> ホ <sup>ヤ</sup>	高い	不明	
62	脊椎動物	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	マ <sup>ハ</sup> セ <sup>ク</sup>	高い	不明	
63		<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	ア <sup>カ</sup> ホ <sup>ビ</sup> シ <sup>マ</sup> ハ <sup>セ</sup> ク	高い	不明	
64	褐藻植物	<i>Sargassum filicinum</i>	シ <sup>ダ</sup> モ <sup>ク</sup>	高い	不明	
65	紅藻植物	<i>Grateloupia turuturu</i>	ツ <sup>ル</sup> ツ <sup>ル</sup>	高い	不明	
66		<i>Polysiphonia senticulosa</i>	ショウ <sup>ジ</sup> ョウ <sup>ケ</sup> リ <sup>ク</sup>	高い	不明	
67	原生動物	<i>Trochammina hadai</i>	タ <sup>マ</sup> ハ <sup>ナ</sup> ト <sup>ロ</sup> ム <sup>シ</sup>	やや高い	要警戒	3
68	節足動物	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	ケ <sup>フ</sup> サイ <sup>ソ</sup> ガ <sup>ニ</sup>	やや高い	要警戒	
69	腔腸動物	<i>Cladonema uchidai</i>	エ <sup>ダ</sup> ア <sup>シ</sup> ク <sup>ラ</sup> ケ <sup>ク</sup>	やや高い	注意	
70	曲形動物	<i>Loxosomatoides laevis</i>		やや高い	注意	
71	触手動物	<i>Tricellaria occidentalis</i>	ホ <sup>ソ</sup> フ <sup>サ</sup> コ <sup>ケ</sup> ム <sup>シ</sup>	やや高い	注意	
72	軟体動物	* <i>Mytilopsis sallei</i>	イ <sup>ガ</sup> イ <sup>タ</sup> マ <sup>シ</sup>	やや高い	注意	
73	節足動物	<i>Synidotea laevidorsalis</i>	ワ <sup>ラ</sup> ジ <sup>ヘ</sup> ラム <sup>シ</sup>	やや高い	注意	
74		<i>Parapleustes derzhavini</i>	ド <sup>ン</sup> ク <sup>リ</sup> テ <sup>ン</sup> ク <sup>ヨ</sup> コ <sup>エ</sup> ビ <sup>ク</sup>	やや高い	注意	2
75		* <i>Carcinus aestuarii</i>	チ <sup>チュウ</sup> カ <sup>イ</sup> ミ <sup>ト</sup> リ <sup>カ</sup> ニ	やや高い	注意	
76		* <i>Rhithropanopeus harrisii</i>	ミ <sup>ト</sup> オ <sup>ウ</sup> キ <sup>ガ</sup> ニ	やや高い	注意	
77	原索動物	<i>Ciona savignyi</i>	ユ <sup>ウ</sup> レイ <sup>ホ</sup> ヤ	やや高い	注意	
78		<i>Botrylloides violaceus</i>	イ <sup>タ</sup> ホ <sup>ヤ</sup>	やや高い	注意	
79	褐藻植物	* <i>Cutleria multifida</i>	ヒ <sup>ラム</sup> チ <sup>モ</sup>	やや高い	注意	
80	紅藻植物	<i>Antithamnionella spirographidis</i>	ホ <sup>リ</sup> ガ <sup>サ</sup> ネ	やや高い	注意	
81	環形動物	<i>Boccardia proboscidea</i>		やや高い	不明	
82		<i>Pseudopolydora kemp</i>	ト <sup>ロ</sup> オ <sup>ニ</sup> ス <sup>ビ</sup> オ	やや高い	不明	
83		<i>Pileolaria berkeleyana</i>		やや高い	不明	
84	節足動物	<i>Neomysis japonica</i>	ニ <sup>ホ</sup> ン <sup>イ</sup> サ <sup>サ</sup> ア <sup>ミ</sup>	やや高い?	不明	1
85		<i>Paranthura japonica</i>	ヤ <sup>マ</sup> ト <sup>ウ</sup> ミ <sup>ナ</sup> フ <sup>シ</sup>	やや高い	不明	
86		<i>Scylla serrata</i>	ノ <sup>キ</sup> リ <sup>ガ</sup> サ <sup>ミ</sup>	やや高い	不明	
87		<i>Clunio tsushimensis</i>	ツ <sup>シ</sup> マ <sup>ウ</sup> ミ <sup>ユ</sup> ス <sup>リ</sup> カ	やや高い	不明	

注1) 灰色帯でマークした種は既に移入が確認されている種

注2) \*は世界から日本へ移入した二次的外来種候補

表 3.2-20 イラン・カークアイランドにおける表 3.1-5で抽出した種の防除重要度

No.	Phylum	Species	Japanese name	環境要素から見た定着潜在	影響・被害の評価	防除重要度
1	腔腸動物	<i>Aurelia aurita</i>	ミスクラゲ	高い	要警戒	8
2	節足動物	* <i>Amphibalanus amphitrite</i>	タデジマフジツボ	高い	要警戒	
3		<i>Amphibalanus reticulatus</i>	サラサフジツボ	高い	要警戒	
4	触手動物	<i>Zoobotryon verticillatum</i>	ホンダワラコケムシ	高い	注意	7
5	節足動物	* <i>Callinectes sapidus</i>	アオカニ	高い	注意	
6	環形動物	<i>Neanthes succinea</i>	アシナガコカイ	高い	不明	6
7	触手動物	<i>Bowerbankia imbricata</i>	センナリコケムシ	高い	不明	
8	軟体動物	<i>Crassostrea gigas</i>	マカキ	やや高い	危険	4
9	原索動物	* <i>Molgula manhattensis</i>	マンハッタンホヤ	やや高い	危険	
10	緑藻植物	<i>Codium fragile</i>	ミル	やや高い	危険	
11	環形動物	* <i>Hydroides elegans</i>	カサネカンザシ	やや高い	要警戒	3
12		* <i>Ficopomatus enigmaticus</i>	カニヤドリカンザシ	やや高い	要警戒	
13	軟体動物	<i>Musculista senhousia</i>	ホトキスガイ	やや高い	要警戒	
14	節足動物	* <i>Amphibalanus eburneus</i>	アメリカフジツボ	やや高い	要警戒	
15		* <i>Amphibalanus improvisus</i>	ヨーロッパフジツボ	やや高い	要警戒	
16		<i>Balanus trigonus</i>	サンカクフジツボ	やや高い	要警戒	
17	腔腸動物	<i>Gonionemus vertens</i>	カギノテクラゲ	やや高い	注意	2
18		<i>Diadumene lineata</i>	タデジマイソキンチャク	やや高い	注意	
19	環形動物	* <i>Hydroides dianthus</i>	ナデシコカンザシコカイ	やや高い	注意	
20	触手動物	<i>Bugula neritina</i>	フサコケムシ	やや高い	注意	
21		<i>Schizoporella unicornis</i>	コブヒラコケムシ	やや高い	注意	
22		<i>Cryptosula pallasiana</i>	モンクチコケムシ	やや高い	注意	
23	軟体動物	* <i>Crepidula onyx</i>	シメノウメガイ	やや高い	注意	
24		<i>Okenia plana</i>	ヒメバウミウシ	やや高い	注意	
25		<i>Eubranchus misakiensis</i>	ミサキヒメノウミウシ	やや高い	注意	
26		<i>Sakuraeolis enosimensis</i>	アカエラミノウミウシ	やや高い	注意	
27		<i>Aeolidiella indica</i>	ミノウミウシ	やや高い	注意	
28		<i>Limaria orientalis</i>	フクレキミノ	やや高い	注意	
29		<i>Raetia pulchella</i>	チヨノハナガイ	やや高い	注意	
30	節足動物	<i>Megabalanus rosa</i>	アカフジツボ	やや高い	注意	
31		<i>Cirolana harfordi</i>	ニセスナホリムシ	やや高い	注意	
32		<i>Monocorophium achersicum</i>	アリアケトロクダムシ	やや高い	注意	
33		<i>Monocorophium insidiosum</i>	トンガリトロクダムシ	やや高い	注意	
34	原索動物	<i>Botryllus schlosseri</i>	ウスイタホヤ	やや高い	注意	
35	紅藻植物	<i>Gracilaria vermiculophylla</i>	オゴノリ	やや高い	注意	
36		<i>Neosiphonia harveyi</i>	キブライトグサ	やや高い	注意	
37	海綿動物	<i>Halichondria panicea</i>	ナミイカイメン	やや高い	不明	1
38	触手動物	<i>Amathia distans</i>	ツブナリコケムシ	やや高い	不明	
39		<i>Conopeum reticulum</i>	シロアミメコケムシ	やや高い	不明	
40	節足動物	<i>Megabalanus volcano</i>	オオアカフジツボ	やや高い	不明	
41		<i>Scylla serrata</i>	ノコギリガサミ	やや高い	不明	
42	脊椎動物	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	マハセ	やや高い	不明	
43		<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	アカオビシマハセ	やや高い	不明	

注1) 灰色帯でマークした種は既に移入が確認されている種

注2) \*は世界から日本へ移入した二次的外来種候補

### 3.2.3 仮想船舶による定着潜在性の評価

ここでは、仮想の船舶がオーストラリアのニューキャッスルへある時期に外来種候補を運ぶことを想定し、運ばれる種とその防除重要度を検討することとした。

#### (1) 出渠後の積算停泊期間による船体付着の有無

船体へのフジツボなど大型生物の付着が出渠後どれくらいの期間で起こるかを想定したが、これにはその船舶の停泊期間が大きな影響をおよぼす。そこで、船体付着が起り始めるまでの積算停泊期間を計算し、その期間に達するまでは船体付着が起らず、その後船体付着が起こるという条件を設定した。

積算停泊期間には日本の港での停泊期間と海外での港での停泊期間の両方を含めた。日本での船体付着を問題にしているにもかかわらず海外の港での停泊期間も含めるようにしたのは、船体付着は海外でも起こる現象であり、海外での船体付着によってできる船体上の凹凸が生物の付着を促し、それが日本でのさらなる船体付着の要因になると考えるからである。

この条件に基づいて、出渠後の積算停泊期間が船体付着の起きる期間よりも短い船舶については、船体付着が起こっていないとして、以後の評価を終了することとした。出渠後の積算停泊期間が船体付着の起きる期間を超えた船舶については、その船舶が表 3.2-17～表 3.2-20に掲げた外来種候補をそれぞれの港へ運ぶか否かの判定を行った(今回は一例として表 3.2-19のニューキャッスル港の場合だけを取り上げた)。

出渠後どれくらいの期間で船体付着が起きるかについては、今回評価対象とした北米航路のコンテナ船、オーストラリア航路のバルクキャリアー、中東航路の原油タンカーではそれぞれ異なると思われるが、どのくらいの期間を想定するかは今後調査を重ねる必要がある。

例えばオーストラリア航路の鉄鉱石船を例にとると、出渠後 20 ヶ月くらいで生物の付着が認められる例があり、このときまでの積算停泊期間は 7.5 ヶ月と推定される。

また、オーストラリア航路の石炭船の例では、出渠後 6 ヶ月でアンダーウォータークリーニングが必要とされる場合があり、このときまでの積算停泊期間は約 2 ヶ月半と推定される。生物が実際に付着しだす時期はこれよりも早く、その時期を半月と仮定すると、この場合の生物が付着しない積算停泊期間は 2.0 ヶ月と推定される。

## (2) 産卵期または付着期

3.2.3(1)で、対象船舶の出渠後の積算停泊期間が船体付着の起きる期間を超え船体付着が想定される場合、日本産の付着生物のどれくらいの種が船体に付着して輸送されるかを評価する必要がある。そのためにはまず、表 3.1-5に掲げられた外来種候補の産卵期または付着期を知らなければならない。船舶が出渠後、生物が付着し始める積算停泊期間を超えたのはどの季節であり、そのときがどの生物の産卵期または付着期に当たるかで船体付着の程度はさまざまに変わってくる。そこで、ここではあらかじめ外来種候補の産卵期または付着期を調べることとし、結果を表 3.2-21に示した。

表 3. 2-21 (1) 表 3. 1-5で抽出した種の産卵期または付着期

No.	Phylum	Species	Japanese name	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	原生動物	<i>Trochammina hadai</i>	タマナドロムシ												
2	海綿動物	<i>Sycon ciliata</i>	オカダケホカイメン												
3		<i>Halichondria panicea</i>	ナミイカイメン												
4	腔腸動物	<i>Sarsia japonica</i>	ニホンサルシア												
5		<i>Cladonema uchidai</i>	エダアシクラゲ												
6		<i>Gonionemus vertens</i>	カキノテクラゲ												
7		<i>Aurelia aurita</i>	ミスクラゲ												
8		<i>Diadumene lineata</i>	タテジマイリギンチャク												
9	曲形動物	<i>Loxosomatoides laevis</i>													
10		<i>Barentsia matsushimana</i>													
11	環形動物	<i>Typosyllis nipponica</i>	ミドリシリス												
12		<i>Neanthes succinea</i>	アシナゴカイ												
13		<i>Boccardia proboscidea</i>													
14		<i>Pseudopolydora kempii</i>	ドロオニスビオ												
15		<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	コオニスビオ												
16		<i>Hydroides ezoensis</i>	エゾカサネカンザシ												
17	*	<i>Hydroides elegans</i>	カサネカンザシ												
18	*	<i>Hydroides dianthus</i>	ナデシコカンザシコカイ												
19	*	<i>Ficopomatus enigmaticus</i>	カニヤドリカンザシ												
20		<i>Pileolaria berkeleyana</i>													
21	触手動物	<i>Amathia distans</i>	ツブナリコケムシ												
22		<i>Zoobotryon verticillatum</i>	ホシダウラコケムシ												
23		<i>Bowerbankia imbricata</i>	センナリコケムシ												
24		<i>Conopeum reticulum</i>	シロアミコケムシ												
25		<i>Bugula neritina</i>	フサコケムシ												
26		<i>Tricellaria occidentalis</i>	ホソフサコケムシ												
27		<i>Schizoporella unicornis</i>	コブヒラコケムシ												
28		<i>Fenestrulina malusii</i>	キクメスコケムシ												
29		<i>Cryptosula pallasiana</i>	モンゴチコケムシ												
30	軟体動物	* <i>Crepidula onyx</i>	シマメノウメガイ												
31		<i>Rapana venosa</i>	アカニシ												
32		<i>Okenia plana</i>	ヒメハナウミウシ												
33		<i>Eubranchus misakiensis</i>	ミサキヒメノウミウシ												
34		<i>Cuthona alpha</i>													
35		<i>Cuthona beta</i>													
36	*	<i>Cuthona perca</i>													
37		<i>Sakuraeolis enosimensis</i>	アカエラミノウミウシ												
38		<i>Aeolidiella indica</i>	ミノウミウシ												
39	*	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	ムラサキイガイ												
40	*	<i>Perna viridis</i>	ミドリイガイ												
41	*	<i>Xenostrobus securis</i>	コウロエンカワヒバリガイ												
42		<i>Musculista senhousia</i>	ホトキスガイ												
43		<i>Limaria orientalis</i>	フクレキミノ												
44		<i>Crassostrea gigas</i>	マガキ												
45		<i>Raetia pulchella</i>	チヨノハナガイ												
46	*	<i>Mytilopsis sallei</i>	イガイダマシ												
47	節足動物	<i>Ammothea hilgendorfi</i>	シマウミグモ												
48	*	<i>Amphibalanus amphitrite</i>	タテジマフジツボ												
49	*	<i>Amphibalanus improvisus</i>	ヨーロッパフジツボ												
50	*	<i>Amphibalanus eburneus</i>	アメリカフジツボ												
51		<i>Amphibalanus reticulatus</i>	サラサフジツボ												

注1) 表中の太帯は産卵期または付着期を、点線は付着は行われるが少ない時期を表す。

注2) \*を付した種は日本へ移入し、ここから二次的に移入する可能性がある種



表 3. 2-21 (2) 表 3. 1-5で抽出した種の産卵期または付着期

No.	Phylum	Species	Japanese name	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
52	節足動物	* <i>Balanus grandula</i>	キタアメリカフジツボ												
53		<i>Balanus trigonus</i>	サンカクフジツボ												
54		<i>Megabalanus rosa</i>	アカフジツボ												
55		<i>Megabalanus volcano</i>	オオアカフジツボ												
56		<i>Neomysis japonica</i>	ニホンイサザアミ												
57		<i>Sinelobus stanfordi</i>	キスイナイス												
58		<i>Paranthura japonica</i>	ヤマトウミナナフシ												
59		<i>Cirolana harfordi</i>	ニセナホリムシ												
60		<i>Dynoides dentisinus</i>	シリケンウミセミ												
61		<i>Synidotea laevidorsalis</i>	ワラジヘラムシ												
62		<i>Parapleustes derzhavini</i>	トングリテングヨコエビ												
63		<i>Ampithoe valida</i>	モスミヨコエビ												
64		<i>Monocorophium acherusicum</i>	アリアケトウクダムシ												
65		<i>Monocorophium insidiosum</i>	トングリトウクダムシ												
66		<i>Monocorophium sextonae</i>													
67		<i>Grandidierella japonica</i>	ニホントロコエビ												
68		<i>Caprella mutica</i>	コシトケワレカラ												
69		<i>Palaemon macrodactylus</i>	ユビナガズシエビ												
70		* <i>Pyromaia tuberculata</i>	イツカクモガニ												
71		<i>Scylla serrata</i>	ノコギリガザミ												
72		* <i>Callinectes sapidus</i>	アオガニ												
73		* <i>Carcinus aestuarii</i>	チチュウカイミドリガニ												
74		* <i>Rhithropanopeus harrisi</i>	ミナトオウキガニ												
75		<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	ケフサイソガニ												
76		<i>Clunio tsushimensis</i>	ツシマウミユスリカ												
77	棘皮動物	<i>Asterias amurensis</i>	マヒトデ												
78	原索動物	<i>Ciona savignyi</i>	ユウレイホヤ												
79		<i>Ciona intestinalis</i>	カクユレイホヤ												
80		<i>Ascidia zara</i>	ザラホヤ												
81		<i>Botryllus schlosseri</i>	ウスイホヤ												
82		<i>Botrylloides magnicoecus</i>	ムラサキキクホヤ												
83		<i>Botrylloides violaceus</i>	イタホヤ												
84		<i>Symplegma reptans</i>	コバンイタホヤ												
85		* <i>Polyandrocarpa zorrissentis</i>	クロマメイタホヤ												
86		<i>Styela plicata</i>	シロホヤ												
87		<i>Styela clava</i>	エホヤ												
88		* <i>Molgula manhattensis</i>	マンハッタンホヤ												
89	脊椎動物	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	マハセ												
90		<i>Acanthogobius pflaumi</i>	スジハセ												
91		<i>Tridentiger trignocephalus</i>	アカオビシマハセ												
92	緑藻植物	<i>Codium fragile</i>	ミル												
93	褐藻植物	* <i>Cutleria multifida</i>	ヒラムチモ												
94		<i>Undaria pinnatifida</i>	ワカメ												
95		<i>Sargassum filicinum</i>	シダモク												
96		<i>Sargassum muticum</i>	タマハキモク												
97	紅藻植物	<i>Grateloupia turuturu</i>	ツルツル												
98		<i>Gracilaria vermiculophylla</i>	オゴノリ												
99		<i>Antithamnionella spirographidis</i>	ホリガサネ												
100		<i>Neosiphonia harveyi</i>	キブライトグサ												
101		<i>Polysiphonia senticulosa</i>	シヨウジョウケリ												

注1) 表中の太帯は産卵期または付着期を、点線は付着は行われるが少ない時期を表す。

注2) \*を付した種は日本へ移入し、ここから二次的に移入する可能性がある種

### (3) 船体付着開始後の生物の産卵期または付着期経過回数

船舶が出渠後、生物が付着し始める積算停泊期間を過ぎた後、何回産卵期または付着期を経過するかを点数化して定着潜在性の高さを判断する指標のひとつとした(表 3.2-22)。

表 3.2-22 船体付着開始後の産卵期または付着期経過回数による評価

船体付着開始後の産卵期または付着時期経過回数	点数
産卵期または付着時期にかからない	1
1 回だけ産卵期または付着時期にかかる	2
2 回以上産卵期または付着時期にかかる	3

### (4) 産卵期を考慮した北米、豪州、中東の港への定着潜在性

3.2.2(4)で気候帯と塩分の2つの環境要素から定着潜在性が高いと判断された種に、産卵期または付着期の条件を新たに与えて気候帯、塩分、産卵期または付着期の3つの条件から船舶が運ぶ種の定着潜在性を評価した。

評価にあたっては、3.2.2(4)で計算された定着潜在性を表す点数に3.2.3(2)の船体付着開始後の産卵期または付着期経過回数による点数を加えた合計点数によって産卵期または付着期を考慮した定着潜在性の評価を行った。評価を行うにあたって、各点数の意味は9=定着潜在性は高い、8=定着潜在性はやや高い、 $\leq 7$  定着潜在性は低いとしたが、 $\leq 7$ の場合でも、気候帯と塩分の合計が2+2で産卵期または付着期経過回数が2というケースもありうる。この場合には定着が起こる潜在性があるので、「低い」という評価にはならない。そこで、気候帯、塩分の評価でも用いたように、産卵期または付着期経過回数が1以外のケースは合計点数が $\leq 7$ の場合でも「やや高い」評価した。

定着潜在性を判定するための例を表 3.2-23に示した。ここでは定着潜在性が「低い」と評価された種は除外してある。この例では豪州のニューキャッスル港での日本発のバルクキャリアーによって運ばれると想定される種の定着潜在性評価となっている。仮定の条件としては、出渠後の生物が付着しない積算停泊期間を7月に超え、本船は毎月日本へ寄港するとして、8月に船体付着生物の定着潜在性を評価するとする。

結果からわかるように、定着潜在性が高い種が35種、やや高い種21種が確認される。

表 3.2-23 オーストラリア・ニューキャッスル港における表 3.1-5で抽出した種の産卵期または付着期を考慮した定着潜在性に関する評価

No.	種名	Nation			産卵期または付着期経過回数	合計	産卵期または付着期を考慮した定着潜在性評価	
		Port	Australia	New Castle				
		項目	気候帯	塩分				
1	腔腸動物	<i>Gonionemus vertens</i>	カキノテクラゲ	3	3	3	9	高い
2	環形動物	<i>Neanthes succinea</i>	アシナガゴカイ	3	3	3	9	高い
3		<i>Pseudopolydora paucibranchia</i>	コオニスビオ	3	3	3	9	高い
4		<i>Hydroides ezoensis</i>	エゾカサネカンザシ	3	3	3	9	高い
5	*	<i>Hydroides dianthus</i>	ナデシコカンザシゴカイ	3	3	3	9	高い
6	*	<i>Ficopomatus enigmaticus</i>	カニヤドリカンザシ	3	3	3	9	高い
7	触手動物	<i>Amathia distans</i>	ツツナリコケムシ	3	3	3	9	高い
8		<i>Zoobotryon verticillatum</i>	ホンダワラコケムシ	3	3	3	9	高い
9		<i>Conopeum reticulum</i>	シロアミコケムシ	3	3	3	9	高い
10		<i>Bugula neritina</i>	フサコケムシ	3	3	3	9	高い
11		<i>Schizoporella unicomis</i>	コブヒラコケムシ	3	3	3	9	高い
12		<i>Cryptosula pallasiana</i>	モンクチコケムシ	3	3	3	9	高い
13	軟体動物	* <i>Crepidula onyx</i>	シマメノウフネガイ	3	3	3	9	高い
14		<i>Crassostrea gigas</i>	マガキ	3	3	3	9	高い
15	節足動物	* <i>Amphibalanus amphitrite</i>	タテシマフジツボ	3	3	3	9	高い
16	*	<i>Amphibalanus eburneus</i>	アメリカフジツボ	3	3	3	9	高い
17	*	<i>Amphibalanus improvisus</i>	ヨーロッパフジツボ	3	3	3	9	高い
18		<i>Amphibalanus reticulatus</i>	ササフジツボ	3	3	3	9	高い
19		<i>Balanus trigonus</i>	サンカクフジツボ	3	3	3	9	高い
20		<i>Megabalanus volcano</i>	オオアフリカフジツボ	3	3	3	9	高い
21		<i>Cirolana harfordi</i>	ニセナホリムシ	3	3	3	9	高い
22		<i>Ampithoe valida</i>	モズミヨコエビ	3	3	3	9	高い
23		<i>Grandidierella japonica</i>	ニホンドロコエビ	3	3	3	9	高い
24		<i>Palaemon macrodactylus</i>	ユビナガシエビ	3	3	3	9	高い
25	*	<i>Pyromaia tuberculata</i>	イッカクモガニ	3	3	3	9	高い
26	*	<i>Callinectes sapidus</i>	アオガニ	3	3	3	9	高い
27	原索動物	<i>Ciona intestinalis</i>	カサユレイボヤ	3	3	3	9	高い
28		<i>Botryllus schlosseri</i>	ウスイボヤ	3	3	3	9	高い
29	*	<i>Polyandrocarpa zorritensis</i>	クロメイトボヤ	3	3	3	9	高い
30		<i>Styela plicata</i>	シロボヤ	3	3	3	9	高い
31	*	<i>Molgula manhattensis</i>	マンハッタンボヤ	3	3	3	9	高い
32	脊椎動物	<i>Tridentiger trignocephalus</i>	アカオビシマハセ	3	3	3	9	高い
33	褐藻植物	<i>Undaria pinnatifida</i>	ワカメ	3	3	3	9	高い
34	紅藻植物	<i>Gracilaria vermiculophylla</i>	オゴノリ	3	3	3	9	高い
35		<i>Neosiphonia harveyi</i>	キブリイトグサ	3	3	3	9	高い
36	腔腸動物	<i>Cladonema uchidai</i>	エダアシクラゲ	3	2	3	8	やや高い
37		<i>Diadumene lineata</i>	タテシマイソギンチャク	3	3	2	8	やや高い
38	環形動物	<i>Pseudopolydora kempfi</i>	ドロオニスビオ	2	3	3	8	やや高い
39		<i>Pileolaria berkeleyana</i>	センナリコケムシ	2	3	3	8	やや高い
40	触手動物	<i>Bowerbankia imbricata</i>	ホソフサコケムシ	2	3	3	8	やや高い
41		<i>Tricellaria occidentalis</i>	アカニシ	3	3	2	8	やや高い
42	軟体動物	<i>Rapana venosa</i>	ムラサキガイ	3	3	2	8	やや高い
43	*	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	ミドリガイ	3	3	2	8	やや高い
44	*	<i>Perna viridis</i>	イカイダマシ	3	2	3	8	やや高い
45	*	<i>Mytilopsis sallei</i>	アリアケトロクダムシ	3	3	2	8	やや高い
46	節足動物	<i>Monocorophium achersicum</i>	ミナトオウギガニ	3	2	3	8	やや高い
47	*	<i>Rhithropanopeus harrisi</i>	ケフサイソガニ	3	2	3	8	やや高い
48		<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	ユウレイボヤ	2	3	3	8	やや高い
49	原索動物	<i>Ciona savignyi</i>	イトボヤ	2	3	3	8	やや高い
50		<i>Botrylloides violaceus</i>	エボヤ	3	3	2	8	やや高い
51		<i>Styela clava</i>	ミル	3	3	2	8	やや高い
52	緑藻植物	<i>Codium fragile</i>	シダモク	3	3	2	8	やや高い
53	褐藻植物	<i>Sargassum filicinum</i>	シダモク	2	3	3	8	やや高い
54	紅藻植物	<i>Antithamnionella spirographidis</i>	ホリガサネ	2	3	2	7	やや高い
55	環形動物	<i>Boccardia proboscidea</i>	コシタケワレカラ	1	3	3	7	やや高い
56	節足動物	<i>Caprella mutica</i>						

注1) 灰色帯でマークした種は既に移入が確認されている種

注2) \*は世界から日本へ移入した二次の外来種候補

(5) 船体に付着し定着が懸念される日本および周辺海域にせい息する外来種候補および二次外来種候補の防汚重要度ランク付け

船体には数多くの外来種候補が付着する。季節を考慮しなければ、今回でもその候補種数は全部で77種を数えた。これらの種は産卵期または付着期が多岐にわたり、ほぼ周年に及んでいる種も含めて年中どれかの種が産卵期を迎え、船体に付着するようである。このため、すべての種を対象に防止対策を検討することはきわめて困難と言わざるを得ない。中には移入しても社会・経済や生態系にほとんど影響をおよぼさないと考えられる種も存在する。例えば、フクレユキミノのようにニュージーランドへ1972年に移入したが、すぐに個体群減少が起こり、現在は現地の生態系に何ら影響を及ぼさないと考えられているような種もある(Grange 1974)。従って外来種の輸送を防ごうとする場合、どの外来種に的を絞って船体付着を防ぐかを検討することが効率良く移入を防ぐ方法と考える。今回はそれぞれの種の防除重要度に従って付着を防止する種の絞込みを行った。防除重要度は表 3.2-16に従った。

仮想船舶を用いて検討した結果を表 3.2-24に示した。ここで防除重要度が9または8と判断された種は産卵期または付着期を考慮した定着潜在性が高いため、付着防止を優先すべきである。防除重要度が9の中でもワカメは、オーストラリア、ニュージーランドで移入が好ましくない種と考えられているため(表 3.2-16)、船体への付着を防止することを最優先するべきであると考えられる。

今回のケースでは、影響・被害の評価が「危険」とされ、最も重要な防除対象生物として取り上げられたのはワカメのほか、エゾカサネカンザシ、マガキ、カタユウレイボヤ、シロボヤ、マンハッタンボヤなどがあり、これらの付着時期をにらんだ付着防止対策を最優先に作り上げる必要がある。

表 3.2-24 オーストラリア・ニューキャッスル港における船体に付着し定着が懸念される表 3.1-5で抽出した種の防除重要度ランク

No.	Phylum	Species	Japanese name	産卵期または付着期を考慮した定着潜在性	影響・被害の評価	防除重要度
1	環形動物	<i>Hydroides ezoensis</i>	エゾカサネカンザシ	高い	危険	9
2	軟体動物	<i>Crassostrea gigas</i>	マガキ	高い	危険	
3	原索動物	<i>Ciona intestinalis</i>	カタユレイホ <sup>*</sup> ヤ	高い	危険	
4		<i>Styela plicata</i>	シロホ <sup>*</sup> ヤ	高い	危険	
5		* <i>Molgula manhattensis</i>	マンハッタンホ <sup>*</sup> ヤ	高い	危険	
6	褐藻植物	<i>Undaria pinnatifida</i>	ワカメ	高い	危険	
7	環形動物	<i>Pseudopolydora paucibranchia</i>	コオニスビオ	高い	要警戒	8
8		* <i>Ficopomatus enigmaticus</i>	カニヤドリカンザシ	高い	要警戒	
9	節足動物	* <i>Amphibalanus amphitrite</i>	タテジマフジツボ <sup>*</sup>	高い	要警戒	
10		* <i>Amphibalanus eburneus</i>	アメリカフジツボ <sup>*</sup>	高い	要警戒	
11		* <i>Amphibalanus improvisus</i>	ヨーロッパフジツボ <sup>*</sup>	高い	要警戒	
12		<i>Amphibalanus reticulatus</i>	サラサフジツボ <sup>*</sup>	高い	要警戒	
13		<i>Balanus trigonus</i>	サンカクフジツボ <sup>*</sup>	高い	要警戒	
14	腔腸動物	<i>Gonionemus vertens</i>	カギノテクラゲ	高い	注意	7
15	環形動物	* <i>Hydroides dianthus</i>	ナデシコカンザシゴカイ	高い	注意	
16	触手動物	<i>Zoobotryon verticillatum</i>	ホンダ <sup>*</sup> ワラケムシ	高い	注意	
17		<i>Bugula neritina</i>	フサコケムシ	高い	注意	
18		<i>Schizoporella unicornis</i>	コブ <sup>*</sup> ヒラコケムシ	高い	注意	
19		<i>Cryptosula pallasiana</i>	モンク <sup>*</sup> チコケムシ	高い	注意	
20	軟体動物	* <i>Crepidula onyx</i>	シマメノウフネカイ	高い	注意	
21	節足動物	<i>Cirolana harfordi</i>	ニセナホリムシ	高い	注意	
22		<i>Amphithoe valida</i>	モス <sup>*</sup> ミヨコエビ <sup>*</sup>	高い	注意	
23		<i>Grandidierella japonica</i>	ニホント <sup>*</sup> ロソコエビ <sup>*</sup>	高い	注意	
24		* <i>Pyromania tuberculata</i>	イッカクケモカニ	高い	注意	
25		* <i>Callinectes sapidus</i>	アオガニ	高い	注意	
26	原索動物	<i>Botryllus schlosseri</i>	ウスイホ <sup>*</sup> ヤ	高い	注意	
27		* <i>Polyandrocarpa zorritensis</i>	クロマメイタホ <sup>*</sup> ヤ	高い	注意	
28	紅藻植物	<i>Gracilaria vermiculophylla</i>	オゴ <sup>*</sup> リ	高い	注意	
29		<i>Neosiphonia harveyi</i>	キブ <sup>*</sup> リイトグサ	高い	注意	
30	環形動物	<i>Neanthes succinea</i>	アシナガ <sup>*</sup> ゴカイ	高い	不明	6
31	触手動物	<i>Amathia distans</i>	ツブ <sup>*</sup> ナリコケムシ	高い	不明	
32		<i>Conopeum reticulum</i>	シロアミコケムシ	高い	不明	
33	節足動物	<i>Megabalanus volcano</i>	オオアカフジツボ <sup>*</sup>	高い	不明	
34		<i>Palaemon macrodactylus</i>	ユビ <sup>*</sup> ナガ <sup>*</sup> スジエビ <sup>*</sup>	高い	不明	
35	脊椎動物	<i>Tridentiger trigenocephalus</i>	アカオビ <sup>*</sup> シマハセ <sup>*</sup>	高い	不明	
36	原索動物	<i>Styela clava</i>	エホ <sup>*</sup> ヤ	やや高い	重大	5
37	軟体動物	* <i>Mytilus galloprovincialis</i>	ムラサキイガイ	やや高い	危険	4
38	緑藻植物	<i>Codium fragile</i>	ミル	やや高い	危険	
39	軟体動物	<i>Rapana venosa</i>	アカニシ	やや高い	要警戒	3
40	節足動物	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	ケフサイソガニ	やや高い	要警戒	
41	腔腸動物	<i>Cladonema uchidai</i>	エダ <sup>*</sup> アシクラゲ	やや高い	注意	2
42		<i>Diadumene lineata</i>	タテジマイソキンチャク	やや高い	注意	
43	触手動物	<i>Tricellaria occidentalis</i>	ホソフサコケムシ	やや高い	注意	
44	軟体動物	* <i>Perna viridis</i>	ミドリイガイ	やや高い	注意	
45		* <i>Mytilopsis sallei</i>	イガイ <sup>*</sup> タマン	やや高い	注意	
46	節足動物	<i>Monocorophium achersicum</i>	アリアケ <sup>*</sup> ロク <sup>*</sup> ムシ	やや高い	注意	
47		* <i>Rhithropanopeus harrisi</i>	ミナトオウキガニ	やや高い	注意	
48	原索動物	<i>Ciona savignyi</i>	ユウレイホ <sup>*</sup> ヤ	やや高い	注意	
49		<i>Botrylloides violaceus</i>	イタホ <sup>*</sup> ヤ	やや高い	注意	
50	紅藻植物	<i>Antithamnionella spirographidis</i>	ホリガ <sup>*</sup> サネ	やや高い	注意	
51	環形動物	<i>Boccardia proboscidea</i>		やや高い	不明	1
52		<i>Pseudopolydora kempii</i>	ド <sup>*</sup> ロオニスビオ	やや高い	不明	
53		<i>Pileolaria berkeleyana</i>		やや高い	不明	
54	触手動物	<i>Bowerbankia imbricata</i>	センナリコケムシ	やや高い	不明	
55	節足動物	<i>Caprella mutica</i>	コシトケ <sup>*</sup> ワレカラ	やや高い	不明	
56	褐藻植物	<i>Sargassum filicinum</i>	シダ <sup>*</sup> モク	やや高い	不明	

注1) 灰色帯でマークした種は既に移入が確認されている種

注2) \*は世界から日本へ移入した二次的外来種候補

(6) 生物付着部位に関する情報

Coutts and Taylor (2004) は、船体に付着する汚損生物を生活型をもとにいくつかの分類群に分け、分類群の出現の仕方は船体の部位によって異なることを明らかにした。例えば、小型の海藻類は光が当たらない船底やシーチェストグレーチングではあまり見られず、これらの場所ではフジツボや管棲多毛類が多く見られるとした。また、Coutts and Dodgshun (2007) はニュージーランドに寄港した 42 隻の船舶のシーチェストを調査し 150 種の生物の存在を明らかにした。ここには 12 の動物門が含まれ、ほぼすべての動物門の生物がシーチェスト内にはせい息することが示された。これらを参考に船体のどこにどのような生物が出現するかを動物門とそれ以下の分類群にまとめ、表 3.2-25 に示した。表中、定座性二枚貝類とは、ムラサキイガイやミドリイガイなど時によって付着場所を移動することができる種を指し、固着性二枚貝類とはマガキなどのように、一度付着したらその場所から決して動くことがない種を指している。

今回の例で言えば、防除重要度が高いと判断されたエゾカサネカンザシ、カタユレイボヤ、シロボヤ、マンハッタンボヤはシーチェストに、マガキやワカメは塗装が施された船体付属物や隙間部分などに多いと推定される(Coutts and Taylor 2004 参照)。従って、これらの場所に優先的に生物付着を防止する対策をとることが必要となる。

表 3.2-25 今回対象とした外来種候補の分類群と船体各部での付着

No.	Phylum	Taxonomic group	Hull location		Sea inlet pipes and overboard discharge	Hull appendages and Niches		Internal seawater system
			Hull	Sea Chest		Painted	Unpainted	
1	原生動物			×				
2	腔腸動物	クラゲ類	×	×		×	×	×
3		イソギンチャク類	×	×	×	×	×	
4	曲形動物		×	×	×	×	×	×
5	環形動物	移動性多毛類		×				
6		管棲多毛類	×	×	×	×	×	×
7	触手動物		×	×	×	×	×	×
8	軟体動物	巻貝、ウミウシ類		×				
9		定座性二枚貝類		×	×	×		
10		固着性二枚貝類	×	×	×	×	×	×
11	節足動物	フジツボ類	×	×	×	×	×	×
12		移動性甲殻類		×				
13		昆虫類		×				
14	棘皮動物	ヒトデ類		×				
15	原索動物	単体性ホヤ類		×				
16		群体性ホヤ類	×	×	×	×	×	×
17	脊椎動物	魚類		×				
18	緑藻植物		×		×	×	×	
19	褐藻植物		×		×	×	×	
20	紅藻植物		×		×	×	×	
合計			11	17	11	12	11	7

注1) 取り上げた船体各部はBLG船体付着コレスポネンスグループ資料による  
 注2) 生物ごとの付着場所は安田 1988; Rainer 1995; Coutts and Taylor 2004; Coutts and Dodgshun 2007を参考にした  
 注3) 灰色の部分は船体各部の中でそれぞれの分類群の付着が最も多いと予測される部位  
 注4) Hullは外板  
 注5) Sea inlet pipes and overboard dischargeは海水吸入・排出口  
 注6) Hull appendages and nichesのうち、Painted部分は、バウスラスター、スターンスラスター、ビルジキール、水平安定版の隙間、舵軸、舵丁番を含む  
 注7) Unpainted部分には、犠牲陽極材、音響測深儀や速度計のセンサー部、盤木が当たるところ、プロペラとその軸を含む  
 注8) Internal seawater systemは海水冷却内部配管装置

#### 4 付着生物除去技術の問題点・課題の検討

アンダーウォータークリーニングを外来種の移入リスクという側面から見ると、その実施により外来種の輸送・移入量を減らす期待もあるが、付着生物を分散させてしまったり、産卵を誘発したりする危険性も指摘されており、外来種問題を考えるうえではそれを制限すべきという意見がある。作業中に掻き落とされた生物片・塗料片を完全に回収する技術が未開発あるいは考慮されていないため、これら小片は作業周辺の水中にばら撒いてしまうという問題点が指摘されている。特に塗装面から剥離塗料片が港湾内の特定の場所に負荷(堆積)された場合に、その周辺に防汚物質の環境中濃度が局所的に高い水域(ホットスポット)が形成されたり、環境リスクの新たな負荷元となっている可能性が考えられる。

一般商船のアンダーウォータークリーニングに対しては、いくつかの国または地域では一定の許可条件の下でのみ実施が可能となっている。しかし、すでに指摘したようにアンダーウォータークリーニングによって発生するさまざまな危険を回避する技術が開発されない限りアンダーウォータークリーニングを規制する傾向は今後一層強まるものと予想される。もしアンダーウォータークリーニングが今後全面的に制限されるとしても、その前提としては防汚塗装技術と防汚塗料以外の船体付着防止技術の確立が絶対条件である。しかし、そのような技術の適用が船舶運航の経済的メリットを損なうような場合には、船体の汚損の激しい部位に対してはやはりアンダーウォータークリーニングなどの方法をとることも検討する必要があるであろう。ただし、その場合大切なことは、アンダーウォータークリーニングにおいて問題となっている船体からの除去物の確実な回収とその後の適切な処理を行うことであり、問題解決のための技術開発が求められている。

アンダーウォータークリーニングによって発生する除去物の処理についての規制は必ずしも明確ではないが、除去物には外来種や防汚物質を含む塗料片が含まれる可能性があるため、外来生物の移入リスク、化学物質の環境リスクを考慮し、陸上に揚げて当該国もしくは地域政府の規制に即した方法で処理する必要があると考えられる。

## 4.1 アンダーウォータークリーニングについて

### 4.1.1 アンダーウォータークリーニングの問題点

アンダーウォータークリーニングを外来種の移入リスクという側面から見ると、アンダーウォータークリーニングやプロペラポリッシングによってきれいにされた船体やプロペラは、外来種の輸送量を減らす期待もあるが、船体付着によって移入する種を防ぐ上でどれほどの効果を有するか疑問も呈されている(例えばWalters 1996)。理由のひとつは、それが船舶運航に直接影響しない場所(例えばシーチェスト内部やプロペラ周辺部など)に対しては行われないことにある。そのような場所の付着生物は、1.1.1で述べたように、直接船体に固着するフジツボ類などの群集のほか、それらが形成する間隙などの空間構造を利用するカニ類、巻貝類などがあり、それらの移入リスク低減にはまったく効果がないためである。

その他の問題として、アンダーウォータークリーニングやプロペラポリッシングは付着生物を分散させてしまったり、産卵を誘発したりする危険性のほうが高く、外来種問題を考えるうえではそれを制限すべきという意見がある。しかし、Takata et al. (2006)は、アンダーウォータークリーニングが禁止されればそれを行ってきた場所への移入が減るのか、またはアンダーウォータークリーニングが許されればその場所への移入が増加するののかという問題に直接言及した研究はなく、外来種候補の分散はどちらの状況下でも起こるのだから、どちらの影響が大きいとは言えないとした。

また、現在の付着生物除去技術は船体そのものやプロペラなど平滑で広い部位に対し手の未実施可能であり、付着が激しい凹部や狭い場所には別の除去技術の開発が必要であること、掻き落とされた生物片・塗料片を完全に回収する技術がまだ開発されていないので、これら小片を水中にばら撒いてしまうことといった問題点が指摘されている。特に後者については、2.2.3(3)で述べたように、塗装面から剥離塗料片が港湾内の特定の場所に負荷(堆積)された場合に、その周辺に防汚物質の環境中濃度が局所的に高い水域(ホットスポット)が形成されたり、環境リスクの新たな負荷元となっている可能性が考えられる。



#### 4.1.2 アンダーウォータークリーニングの課題

一般商船のアンダーウォータークリーニングに対しては、いくつかの国または地域では3章の表 3.1-1に見るように一定の許可条件の下でのみ実施が可能となっている。しかし、すでに指摘したようにアンダーウォータークリーニングによって発生するさまざまな危険を回避する技術が開発されない限りアンダーウォータークリーニングを規制する傾向は今後一層強まるものと予想される。プロペラポリッシングについても同様のことが言えるであろう。

アンダーウォータークリーニングによって引き起こされる移入の危険を回避し効果的な船体洗浄を行う方法としては、BLG の元に設置されたコレスポンディンググループにおいて、以下のような提案が行われている。

- 生物付着が起こって間もない時期に実施する
- 生物付着が起こったと同じ海域で実施する
- 洗浄した除去物を海中に分散させることなく適切な回収を実施する
- 洗浄して回収した生物の陸揚げを実施する
- 洗浄する場所の塗料等に殺生物剤を含めない
- 防汚システムにダメージを与えないように行う

現在はクリーニングした物質をメッシュ袋に收容する方法が用いられているが、付着生物や毒性のある防汚塗料の塗料片をすべて回収できる装置の実用化はまだであり (Takata et al. 2006)、アンダーウォータークリーニングによって生じる危険を完全に回避できていないのが現状である。日本における一例を述べると、図 4.1-1に示すような装置により船体の付着生物を掻き落とし、それを回収用ネットで回収するようになっている。具体的には3個の清掃用回転ブラシの回転によって船体の付着生物を掻き落とし、図の中央に見える凹み部の奥にある吸入ポンプで吸い込んで、装置後部に取り付けられた回収口を経由して回収用ネットに收容する。ブラシの回転によって掻き落とされた付着生物の周囲への拡散は、装置本体がブラシの回転時に生ずる負圧力によって船体に張り付くことと、回転ブラシの周囲に取り付けられた拡散防止ブラシによって防ぐことができるようになっている。

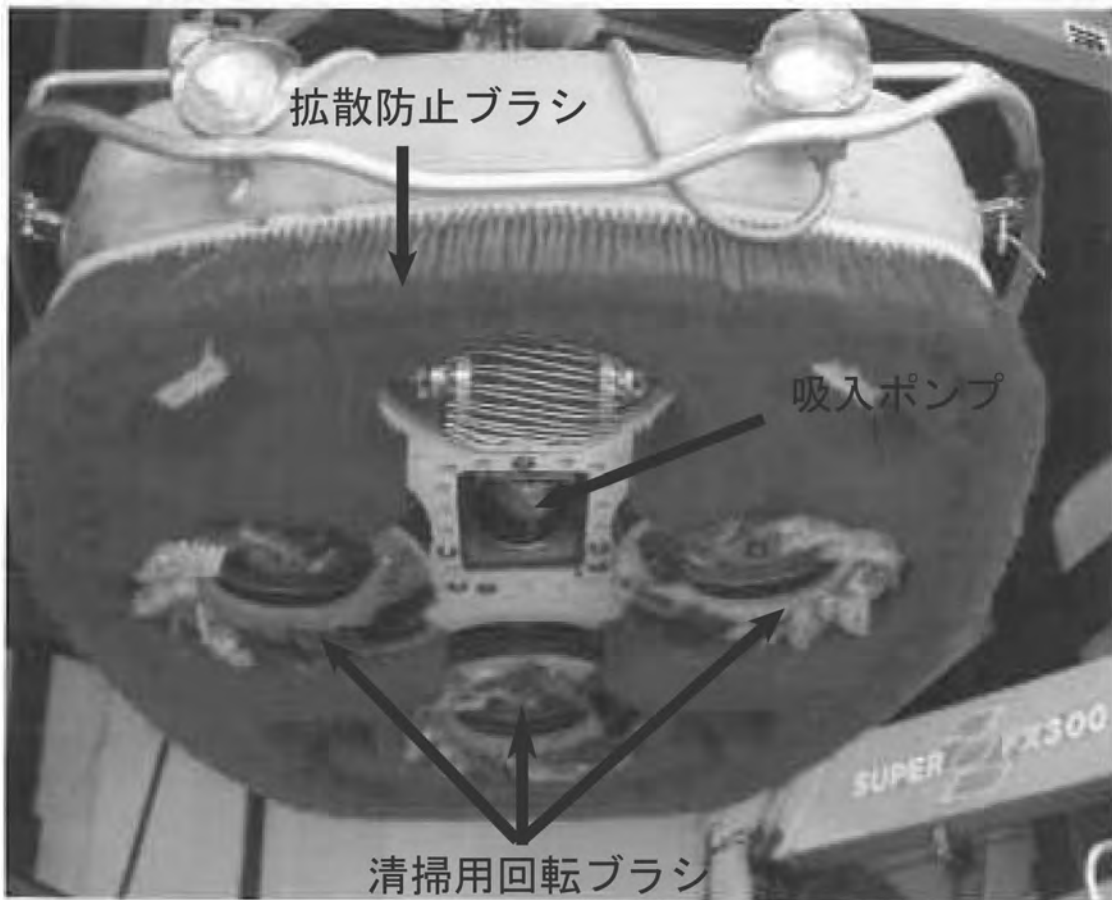


図 4.1-1 アンダーウォータークリーニングに用いられる大型船底清掃装置

しかし、本装置に取り付けられた回収用ネットの目合いは 0.5mm であり、付着生物の幼生を回収できるサイズを超えている。例えばフジツボ幼生は 0.1~0.3mm くらいの幅なのでこの目を抜けてしまう。塗料片にしても全てを回収することは困難である。日本の船底掃除装置もカリフォルニアで指摘されると同様の問題を抱えていると言える。

現在、アンダーウォータークリーニングに対して何の規制もないわが国においてもいずれアンダーウォータークリーニングの持つ危険性が指摘され、その規制が行われる可能性もある。そのような中であって、アンダーウォータークリーニングを実施するとすれば、これまでに述べたリスクアセスメントによって防除重要度の高い外来種候補を選び出し、それが付着すると考えられる付着部位を特定して最小限のアンダーウォータークリーニングに収め、船底塗料や船体に損傷を与えず、除去した付着生物を周囲の海中に分散させず効率的に回収する技術を開発することがいま必要とされると考える。

ここまでアンダーウォータークリーニングの得失について述べてきたが、アンダーウォータークリーニングはどの船でも行っているわけではない。船速を気にしなくても良い一部の不定期船や、石油掘削リグ、浮きドック、バージなどではまったくアンダーウォータークリーニングが行われない場合もある。事実、これらのアンダーウォータークリーニングを行わない船舶や海上構造物上には多くの海洋生物が付着していることが知

られている (Foster and Willan 1979、 Godwin 2003、 Coutts 2005)。このほか、通常はアンダーウォータークリーニングを行っている船舶でも、アンダーウォータークリーニングを行えるタイミングが夜間であったり、特に大型船の場合は満船で喫水が深かったり、熟練したダイバーを確保できないなどの事情にその船の運航スケジュールによる制限が加わってアンダーウォータークリーニングを行えない場合がある。このような船や海上構造物は生物を付着させたまま航行せざるを得ず、移入リスクを抱えているため、1.2.2にあるオーストラリアの船主協会によって示された商船の船体付着生物防止対策を検討する必要がある。

アンダーウォータークリーニングを行わない貨物船については、長期にわたる沖待ちがある場合、常に船を動かしておくなど生物付着防止対策を考慮した運航方法を考慮する必要もあろう。

しかし、アンダーウォータークリーニングは、すでにこれを規制する港湾がアメリカ、オーストラリア、ニュージーランド、オランダなどの国に存在し、さらには国際的なガイドラインの提案が IMO でなされたこともあって、今後世界的に制限の方向へ向かう可能性がある。しかし、もしアンダーウォータークリーニングが今後全面的に制限されるとしても、その前提としては防汚塗装技術と防汚塗料以外の船体付着防止技術の確立が絶対条件である。しかし、そのような技術の適用が船舶運航の経済的メリットを損なうような場合には、船体の汚損の激しい部位に対してはやはりアンダーウォータークリーニングなどの方法をとることも検討する必要があるであろう。ただし、その場合大切なことは、アンダーウォータークリーニングにおいて問題となっている船体からの除去物の確実な回収とその後の適切な処理を行うことである。今は船体への生物付着を防ぐ技術の開発とともに、アンダーウォータークリーニングにも問題解決のための技術開発が求められている。

## 4.2 除去物処理の際の課題等の整理

### 4.2.1 処理する際に関係する法律等

船体付着除去物を処理する際に関係する法令には、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律(廃掃法)」がある。本法律の中で産業廃棄物とは下記のように定義されているため、ドライドックで生じる船体付着除去物は、産業廃棄物(事業活動に伴って生じた汚泥)となる。このため、廃掃法に従い排出事業者が、その責任において自ら又は許可業者への委託により適切に処分を行う必要がある。

一方、アンダーウォータークリーニングにより発生する除去物は、「海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律」の中の「船舶の通常の活動に伴い生ずる廃棄物」と判断される場合は、そのまま海中へ掻き落とすことも可能と考えられるが、この明確な判断はない。しかしながら、除去物に含まれる外来生物のリスク、化学物質のリスクを考える本検討では、除去物を陸上に揚げて処理することを前提に検討を行うこととする。このため、アンダーウォータークリーニングで発生した除去物は、陸揚げしドライドックの場合と同様に産業廃棄物として扱われるものとする。なお、1.3節の聞き取り結果から現在の除去物の処理方法は、「陸揚げしている」あるいは「清掃業者に任せる」との状況であった。

なお、廃掃法の中で「爆発性、毒性、感染性など人の健康又は生活環境にかかる被害を生ずるおそれがある性状を有する」場合(化学物質が関係)は、特別管理産業廃棄物と区分される。本調査で対象としている17種の防汚物質の中では、メチルチラム(溶出量0.06mg/Lより多い場合)が対象となっているが、平成20年7月15日時点ではメチルチラムを含む登録製品はなくなっている。

#### 廃棄物の処理及び清掃に関する法律

(定義)

第二条 この法律において「廃棄物」とは、ごみ、粗大ごみ、燃え殻、汚泥、ふん尿、廃油、廃酸、廃アルカリ、動物の死体その他の汚物又は不要物であって、固形状又は液状のもの(放射性物質及びこれによって汚染された物を除く。)をいう。

第二条 4 この法律において「産業廃棄物」とは、次に掲げる廃棄物をいう。

一 事業活動に伴って生じた廃棄物のうち、燃え殻、汚泥、廃油、廃酸、廃アルカリ、廃プラスチック類その他政令で定める廃棄物

第二条 5 この法律において「特別管理産業廃棄物」とは、産業廃棄物のうち、爆発性、毒性、感染性その他の人の健康又は生活環境に係る被害を生ずるおそれがある性状を有するものとして政令で定めるものをいう。

次に、日本の廃掃法と同様の各国の廃棄物に関する法律を表4.2-1にまとめた。

各国とも日本と同様に廃棄物のうち、特に危険性のある物質については有害廃棄物として指定し、その処分に対して規定を加えている(オーストラリアについては詳細不明)。

表 4.2-1 各国の廃棄物関連法制度

	廃棄物関連法制度および対策の方針	廃棄物とは	産業廃棄物の分類と事業者の責任について
日本	基礎となる法制度：「循環型社会推進基本法」（2000年制定）、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」（1970年制定） 目的・方針：循環型社会推進基本法では、廃棄物等の排出抑制、資源の循環的な利用及び適正処分の確保により天然資源の消費を抑制し、環境負荷を可能な限り低減できる、循環型社会を形成することを目的としている。廃棄物の処理及び清掃に関する法律では、廃棄物の排出抑制、廃棄物の適正処理をし、生活環境を清潔にすることにより生活環境の保全及び公衆衛生の向上を図ることを目的としている。	・ 粗大ごみ、燃え殻、汚泥、ふん尿、廃油、廃酸、廃アルカリ、動物の死体その他の汚物又は不要物であつて、固形状又は液状のもの（放射性物質及びこれに汚染された物を除く。） （「廃棄物処理法」） ・ 一般廃棄物、特別管理一般廃棄物、産業廃棄物、特別管理産業廃棄物に区分 （「廃棄物処理法」）	○産業廃棄物 ○特別管理産業廃棄物 （この他 一般廃棄物、特別管理一般廃棄物もある）  ○産業廃棄物処理の事業者 排出事業者が、その責任において自ら又は許可業者への委託により行う。処理事業者は都道府県知事の許可制となっており、施設及び申請者の能力が基準に適合する場合等に許可される。
米国	基礎となる法制度：「資源保護回復法」（1976年制定、1984年大幅改正） 目的・方針：資源保護回復法は有害廃棄物の削減と管理を環境面で安全な手法で実施することにより、健康と環境保護の促進とともに、基調物質資源とエネルギー資源を保全することを目指している。	・ 廃棄された物か、回収利用された物か、または本質的に廃棄物様の物すべて ・ 有害廃棄物の非有害廃棄物に区分される	○有害廃棄物：有害廃棄物は、[1]有害物一覧表：F・K・U・Pリストに掲載されているもの、[2]有害廃棄物の特性があるものとされる。 ○非有害廃棄物  ○産業廃棄物処理の事業者 産業廃棄物の処理はすべて、排出事業者責任であり、有害廃棄物の場合は、環境保護庁のID番号の取得、環境保護庁のID番号を取得している運搬者及び処理・保管・処分（TSD）施設を利用した処理、マニフェストシステムの遵守の義務を負うこととなる。  ペンシルベニア、オハイオ、ルイジアナの3州とも産業廃棄物の規則・管理を一般廃棄物とは別個に実施している。しかし、いずれの州も産業廃棄物の処分自体は民間企業が行っており、州政府自らが処分を行うことはなく、規則制定や産業廃棄物埋立て処分場設置の許可、廃棄物処分の監視などを責務としている。規制の厳格さについては、いずれの州政府も一般廃棄物＞産業廃棄物＞建設・解体廃棄物の順になっており、どの廃棄物処分場も有害廃棄物の受入れを禁止している点は、3州とも同じである。
オーストラリア	オーストラリアは連邦国家であるため、連邦、州、準州政府が規則や州法を制定している。	-	○船体付着物のオーストラリア水域での除去は、Harbour Master、地方自治体または州の環境保護代理店の許可書が必要である（ANZECC）。  ○ビクトリア州：「特記すべき化学物質に関する指令」（Notifiable Chemicals Orders）：船体塗料（スズのみ）対象がある。
EU	基礎となる法制度：「廃棄物枠組み指令」（91/156/EEC）、「廃棄物政策に関する1997年理事会決議」「有害廃棄物：理事会指令（94/31/EC）」 目的・方針：EUの廃棄物政策は、廃棄物の排出抑制、そしてやむを得ず出た廃棄物は回収と熱利用、さらに最終的な残余物のみ焼却と埋立処理の三本立ての上になり立っている。 また、EU第6次環境行動計画（2001年策定）では、排出抑制と廃棄物管理、資源の有効利用、持続可能な消費行動の構築を最優先課題とされ、有害廃棄物排出量を2010年までに現行20%減、2050年までに50%削減を目標としている。	・ 所有者が、廃棄し、廃棄しようとし、又は廃棄する必要がある附属書Iに記載された範疇にある物質又は物体（「廃棄物に関する理事会政令」） ・ 一般廃棄物の有害廃棄物に区分される。	○一般廃棄物 ○有害廃棄物：有害廃棄物リスト  ○産業廃棄物処理の事業者 汚染者負担の原則（PPPの原則）及び分担責任の原則（Shared responsibility）に従い、全ての経済主体、すなわち製造業者、輸入業者、流通業者、消費者は定められた責任を廃棄物の排出抑制、リサイクル、処分に分担しなければならぬとされている。
ドイツ	基礎となる法制度：「循環経済の促進及び廃棄物の環境に適合した処分の確保に関する法律」（以下、循環経済・廃棄物法と略す）（1994年制定） 方針：循環経済・廃棄物法では、将来の持続可能な経済社会構築のため、生産から廃棄まで廃棄物発生が少ない、循環を基調とする経済活動を推進することを目的としている。その中でも、排出抑制はリサイクルよりも優先され、リサイクルは処分よりも優先し、処分はリサイクルできない場合に限定されている点が大きな特色となっている。	・ 別表Iに該当するもので、所有者が廃棄し、廃棄しようとし、または廃棄しなければならない全ての動産、本来の用途に供されなくなり又はその供用を止めたもの ・ 家庭廃棄物とその他の廃棄物に区分され、処理の方法によって再利用されるものと処分されるものに区分される。	○リサイクル向け廃棄物 ○処分向け廃棄物  ○産業廃棄物処理の事業者 処分の自己責任原則に基づき、廃棄物の排出者、所有者は廃棄物を自らリサイクル、処分することを義務づけている。リサイクルや処分を民間処理会社等の第三者へ委託することはできるが、その責任は本来の発生者に残る。 また、製品の製造業者や販売者に対しては、リサイクルしやすい製品の開発、製品に含有される有害物質の表示、特定の廃棄物について処理・リサイクルの責任を負う（拡大生産者責任）と規定している。

#### 4.2.2 防汚塗料が含まれることから留意すべき内容

本調査で検討の対象とした17種の防汚物質について、廃棄処理の際に問題となる事項をまとめた(表 4.2-2)。なお、ここではその物質名による評価のみであり、濃度等は考慮されていない(塗料、除去物によって含まれる各物質の濃度等が異なり一概に規定できないため)。

対象とした17物質のうち、日本では1物質(メチルチラム:溶出量が0.06mg/Lより多い場合)が特別管理産業廃棄物、米国では3物質が有害廃棄物とされ、廃棄の際に通常の廃棄物とは別の廃棄規定に従わなければならない。なお、オーストラリア、EUに関しては詳細が不明であった。このため、参考として各国でその物質がPRTR法(有害性のある化学物質がどのような発生源からどれくらい環境中に排出されたか、あるいは廃棄物に含まれて事業所の外に運び出されたかというデータを把握・集計し、公表する仕組み)の対象が否かの情報をまとめた。その結果、17物質中、日本7物質、米国9物質、オーストラリアとEUで7物質が対象になっており、これらが有害物質として認識されていることがわかった(表 4.2-2 中 右側)。また、参考情報として薬品会社のMSDSに記載される「廃棄の際の注意」とTBTに関する情報も付与した。TBTに関しては、4つ国・地域共にPRTR法の対象となっていた。



#### 4.2.3 外来生物が含まれることから留意すべき内容

除去物に外来生物が含まれることから廃棄の際に留意すべき内容には、「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律(外来生物法)」がある。しかし、本法律では、今回の船体付着生物といった非意図的な移入に関しては対象としていないため、船体付着生物の移動(ならびに処分)に関しては法の対象にならない。また現在のところ、海洋の船舶による移動の可能性がある生物種は、特定外来生物にも指定されていない。

##### **外来生物法の内容**

特定外来生物に指定されたものについては以下の項目について規制されます(非意図的は除く)。

①飼育、栽培、保管及び運搬することが原則禁止

②輸入することが原則禁止

③野外へ放つ、植える及びまくことが禁止

\*たとえば、特定外来生物を野外において捕まえた場合、持って帰ることは禁止されていますが(運搬することに該当)、その場ですぐに放すことは規制の対象とはなりません(釣りでいう「キャッチアンドリリース」も規制対象とはなりません)。



## 5 総合的な付着生物管理システムの構築

### 5.1 付着生物防除技術の評価の整理

#### 5.1.1 防汚塗料の環境リスク評価

防除技術は、生物が付着しないことを目的とした防止技術 なくなく 同目的のための防汚塗料の使用がその大きな太宗を占めている。防汚作用は塗料表面付近に含有する防汚物質が、表面付近の塗膜内に浸入した淡水/海水中に溶出、高濃度エリアを生じさせることによって、塗装表面の初期の微生物被膜形成を阻害抑制する機構によりその防汚機能を発現している。同時に亜酸化銅などの含金属成分は塗膜自身の自己剥離性能の一端を担っており、塗膜からの防汚成分の溶出速度を長期間にわたって担保している。このように、防汚物質は塗膜付近においては重要な有効成分であるが、海洋環境中に溶出した後は、船体への防汚効果に全く関与しない毒性物質であり、環境への影響が懸念される。たとえば、防汚物質は、海洋環境中の付着生物の付着幼生を殺傷する効果もあるかもしれないが、これは海洋環境から見た場合、初期減耗の増加に繋がり海洋環境中の資源量の低下についてはフィルター効果の低減に繋がるとも言える。以上のことから、防汚効果だけでなく環境への影響(毒性)を評価する必要がある。社団法人 日本塗料工業会などでは以上の懸念に対応するため、船底防汚塗料について認定登録による自主管理を行い、IMO 条約「2001 年の船舶の有害な防汚方法の規則に関する国際条約」への適合性および関連する情報として TBT の代替となる防汚成分についても情報公開を行うとともに、環境影響評価の手法についても開発を行っているところである。

本事業では、このような背景のもと、防汚塗料の現在の使用状況を踏まえた環境影響評価を行った。まずは(社)日本塗料工業会の登録品リストに記載されている塗料に含まれている①防汚物質単体および②銅と亜鉛を含む化合物については環境中での分解後の影響を見るため銅イオン、亜鉛イオンを対象として、海洋環境への影響(水生生物に対する毒性影響)の評価を行った。影響評価においては、陸上の影響評価の手法に準拠し、PBT クライテリアと PEC (予測環境濃度) / PNEC (予測無影響濃度) の比率を算定し、その値の大小からグループごとに解析を行った。

なお、PEC/PNEC 比の算定については、PNEC は既存の毒性データをベースとし、PEC は横浜港及びロッテルダム港を対象として MAM-PEC モデル(Ver. 2.0)により推定した。本検討では、安全側に立って評価するために、港湾に入港する全船舶が単一の防汚物質を使用する塗料を塗装しているという条件で計算しており、環境中への排出量および溶出速度の算定についてはワーストケースであることに留意されたい。

その結果、全ての防汚物質が陸上の殺生物質として使用可能な非 PBT 物質であることを再確認した。

他方、横浜港及びロッテルダム港のいずれかで PEC/PNEC 比が比較的高かったのは 13 物質であった。上記で述べたように、本検討ではワーストケースを想定して評価を行っており、この結果が直ちに実際の海洋環境中において問題となるものではないが、このうち、PK(ピリジン-トリフェニルボラン)、ジウロン、イルガロール及び

亜酸化銅については、塗料製品での使用割合(現実的な使用状況)等を勘案しても、必ずしも環境に悪影響を及ぼす懸念が低いとは言えない。従って、将来船舶数の増加およびアンダーウォータークリーニングの増加などを想定した場合、これらの物質の使用に関して、実際の防汚効果とのトレードオフの関係を考慮しつつ、総合的な付着生物管理システムの構築のため、留意すべき問題等を検討しておく必要があると考えられる。

### 5.1.2 船体付着生物による生物移入リスク評価

本事業では、日本を発する船舶の船体が諸外国の港へもたらす生物移入リスクを評価した。日本から移入リスクをもたらす恐れがある対象港として、北米航路のコンテナ船の寄港地としてロングビーチ、オーストラリアのバルクキャリアーの寄港地としてダンピアとニューキャッスル、中東の原油タンカーの寄港地としてイランのカーグアイランドの4港を選定した。日本から持ち込まれる可能性のある外来種候補として、これまで諸外国で外来種として記録された日本ないし周辺海域にせい息する種をピックアップし、それらの種が4港へ定着する潜在性の高さを評価した。なお、ここでは、すでに移入している種についても、以下に掲げる3つの理由によって検討の対象に含めた。

- すでに定着した種に対して規制や撲滅の対策が取られている場合、その種の新たな持ち込みはそのような対策への障害となる。
- すでに定着した種が日本のものとは別の遺伝子集団に属する場合、同一種であっても日本からの持ち込みは新たな移入になる。
- すでに定着した種の個体群が小規模で何の問題を起こしていない場合でも、持ち込みの繰り返しは個体群の大規模化とそれに伴う種々の問題を引き起こす恐れがある。

さらに、定着潜在性が高いと評価された種について、国外における影響・被害事例をもとに防除重要度のランク付けを行った。評価の結果、防除重要度が9以上と高い種は、北米航路のロングビーチ港においてはエゾカサネカンザシ、ムラサキイガイ、マガキ、ワカメなど11種類、豪州航路のダンピア港においてはマガキ、マンハッタンボヤの2種、ニューキャッスル港ではエゾカサネカンザシ、ムラサキイガイ、マガキ、ワカメなど11種、中東航路のカーグアイランド港においては防除重要度9以上の種はなかったが、防除重要度8としてミズケラゲ、タテジマフジツボ、サラサフジツボの3種が挙げられた。

このように、航路ごとに対策対象とすべき生物種を特定することによって、同じ船型・船種であっても付着作業の頻度および場所を最小・最適化することが可能であると考えられる。

### 5.1.3 付着生物除去技術のリスク評価

今回の調査において実施したアンケートの結果、海運会社で実施している付着生物除去対策としては、ドライドックへの入渠時の付着生物の掻き落としのほか、運航下（入渠と入渠の間）で行うアンダーウォータークリーニングの実施が回答のあった船舶の半数から得られ、入渠間隔が長く、また、沖待ちや荷役時間が長く付着生物量が多い船舶では、有効な技術であることがわかった。

アンダーウォータークリーニングは、経済的側面からみた場合、経費が発生する（維持コスト増加）が、燃費消費が10%程度改善される（運行コスト低減）ことから、運行コスト低減分が維持コスト増加分を上回る限り有効性があるといえる。一方、生物移入の面からみると、船体の付着生物を掻き落とすことにより航行に伴う付着生物の搬送量を減少させることにより運行先に対する付着生物移入のリスクを軽減できる効果があるが、アンダーウォータークリーニング実施場所においては付着生物を過度に分散させることや、物理的刺激が産卵を誘発することなどの生態系への移入リスクの増大が指摘されており、アンダーウォータークリーニングを禁止もしくは制限している国や地方政府もある。本検討においては、アンダーウォータークリーニングによる付着生物移入リスク増加のほかに、塗装被膜を過度に破損しないように配慮する必要性や、掻き落とされた塗料片による環境リスクの可能性が新たに指摘された。これら経済的側面や環境リスク、生物移入リスクの面からみたアンダーウォータークリーニングのメリット、デメリットを図5.1-1に整理した。

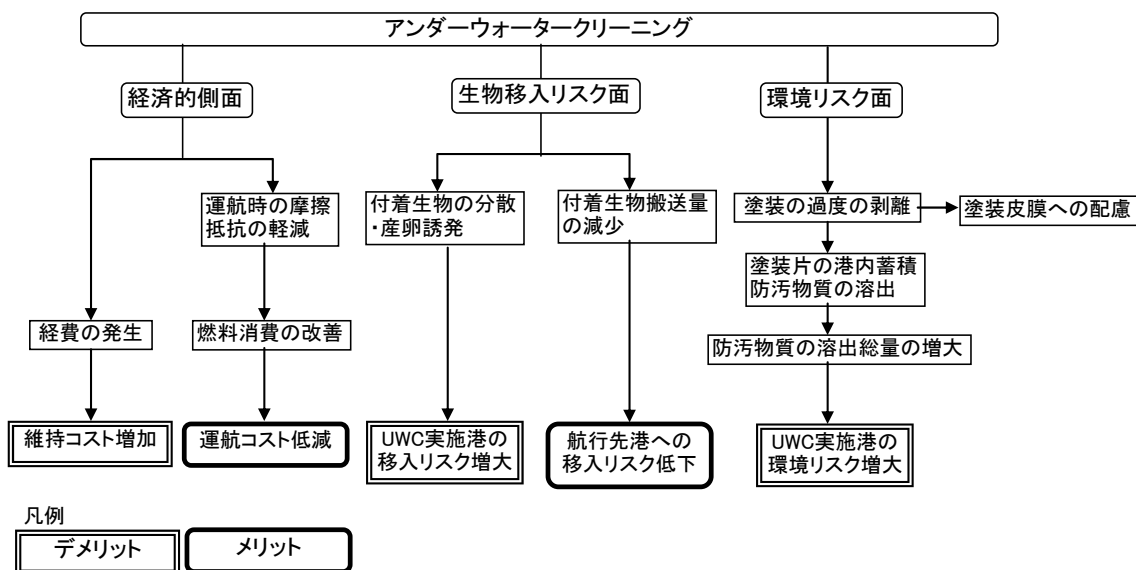


図 5.1-1 アンダーウォータークリーニングのメリット・デメリット

特に環境リスクの面からみた場合、現在使用されている防汚塗料の多くは、防汚物質が塗装内において同じ濃度で保持されているため、アンダーウォータークリーニングによって掻き落とされた塗料片には防汚物質が一定程度残留している可能性が高いと考えられる。この過度に掻き落とされた塗料片は港湾内の海底などに蓄積し、そこに含まれる防汚物質の溶出が続くことになると考えられる。

防汚物質の環境リスク評価で用いたMAM-PECモデル(Ver. 2.0)では対象船の碇泊時間をパラメーターとして用いており、本検討では停泊時間を10～20時間程度に見積もった。海底に蓄積した塗料片が港内に留まるとすれば、仮に防汚物質の溶出が1年続くとすると、塗料片の溶出面積あるいは防汚成分の総量は少ないとしても、存在確率が1となり、その影響は無視できないものになる可能性が考えられる。現時点において、この観点から定量的なリスク評価を行った事例はなく、将来において海底に蓄積した塗料片からの溶出をMAM-PECモデルにおける排出モデルに組み込むことなどを検討する必要がある。

## 5.2 総合的付着生物管理システムの構築

### 5.2.1 付着生物防止技術

#### (1) 防止技術のうち防汚塗料

バイオサイド系の防汚塗料の使用による環境リスクと船体付着生物による生物移入リスクはトレードオフの関係にある。AFS条約を締結する時点では、化学物質による海域への影響とリスクが最重要視されたが、今後は移入リスクとのバランスを検討する必要があると考えられる。本検討における防汚物質の環境リスク評価はPEC/PNEC比に基づいたが、評価対象物質を入港する全船舶が全塗装しているというワーストケースを想定して行った。PEC/PNEC比が比較的高い防汚物質であっても、付着生物に対する防汚機能が高い物質については、使用方法や使用部位を限定することによってPEC値を低く抑えることにより、現実的な使用を可能とする手法等を構築することが望ましいと考える。

このような手法を構築できれば、上記のような防汚物質を含む防汚塗料を付着生物の付着が激しい部位に限定使用することにより現実的な環境リスクを許容限度内に抑さえ、一方、その船体部位への生物付着を抑制することにより移入リスクを低減することも可能であれば、環境リスクと移入リスクの総和を最小化できることが考えられる。

例えば、付着生物除去技術のひとつであるアンダーウォータークリーニングは、生物付着が船舶運航に直接影響しない場所(例えば電解液注入の効果が直接及ばないシーチェスト内部やプロペラ周辺部など)に対しては行われなない場合があり、それらの場所では移入リスクが低減されない。そのような場所に対しては防汚効果の高い塗料を部分的に使用できれば、現行の防止技術と除去技術を組み合わせることにより、より効率的な防除効果を得られると同時に、環境リスクと移入リスクの総合的なリスクを最小化できると考えられ、そのためには国際的な合意に基づくルール策定が必要になると考える。

#### (2) 防汚塗料以外の付着防止技術

防汚塗料以外の船体付着防止技術としては、シーチェストへの電解液注入、スチーム射出、シーチェスト壁面の角部の丸み付け、グレーチングバーの開閉などがありアンケート結果から多くの船舶で採用されていることが明らかとなった。これら

のうち電解液注入は単独で用いられることがあるが、他の技術は単独で用いられることはなく、いくつかの技術と併用するなどしている。アンケート回答からは、これらの技術の組み合わせや採用の仕方と船種の間に関係はみられなかったが、今後はより効果的で効率化された組み合わせを検討することが必要と考えられる。

## 5.2.2 付着生物除去技術

### (1) 効果的・効率的除去技術

船体に付着する生物のうち、今回選定した船種と航路において、影響・被害の評価が「危険」とされ、最も重要な防除対象生物として取り上げられたのはワカメのほか、エゾカサネカンザシ、マガキ、カタユウレイボヤ、シロボヤ、マンハッタンボヤなどがあり、これらの付着時期や付着部位を考慮した効果的・効率的な除去技術を最優先に構築する必要がある。また、航路によって生物種が異なり、付着時期も異なることから、定期航路に就航する船舶については、マニュアルを個別に整備することで、そのコストを最小にし、かつ同一軸出力時の速度低下を最小限に食い止めることができると考えられる。

除去技術の一つであるアンダーウォータークリーニングに関しては、5.1.3 で述べたような危険性を伴っているほか、現在の技術ではプロペラとか広い部位でしか効果を発揮しないので、付着が激しい凹部や狭い場所には不適切であるという欠点を持っている。

アンダーウォータークリーニングによって引き起こされる移入の危険を回避し効果的な船体洗浄を行う方法としては、BLGの元に設置されたコレスポンデンスグループにおいて、以下のような提案が行われている。

- ・生物付着が起こって間もない時期に実施する
- ・生物付着が起こったと同じ海域で実施する
- ・洗浄した除去物を海中に分散させることなく適切な回収を実施する
- ・洗浄して回収した生物の陸揚げを実施する
- ・洗浄する場所の塗料等に殺生物剤を含めない
- ・防汚システムにダメージを与えないように行う

なお、プロペラポリッシングは、外板のアンダーウォータークリーニングとはその実施頻度、使用機材が異なるので別途検討する必要がある。

### (2) 除去物の回収処理

アンダーウォータークリーニングにおける除去物の回収については、現在は目合い0.5mmのメッシュ袋に收容する方法が用いられているが、付着生物片や塗料片をすべて回収できる装置の実用化はまだであり、アンダーウォータークリーニングによって生じるリスクを十分に低減できていないのが現状である。このため、防除重要度の高い外来種について、それが付着すると考えられる付着部位を特定して最小

限のアンダーウォータークリーニングに収める方法や、付着力の弱い種は掻き落とすが船底塗料や船体には損傷を与えない程度の強度での手法など現実に即した使用方法を構築し、それに対応可能な機器開発を進める必要がある。

アンダーウォータークリーニングによる除去物の処理については、アンケート回答のほとんどが「業者に任せている」となっており、その実態を把握することができなかった。アンダーウォータークリーニングによって発生する除去物の処理についての規制は必ずしも明確ではないが、除去物には外来種や防汚物質を含む塗料片が含まれる可能性があるため、外来生物の移入リスク、化学物質の環境リスクを考慮し、陸上に揚げて当該国もしくは地域政府の規制に即した方法で処理する必要があると考えられる。

### 5.2.3 総合的管理システムの構築

塗料による環境リスクと付着生物による移入リスクがトレードオフの関係があることはすでに述べたが、これらを防止・最小化するため個々の技術にも、個別に相反する場合があることが本年度検討の結果明らかとなった。そのため、個々の技術を個別に検討するだけでは、コストが必要以上に増大したり、予期せぬ問題が新たに発生する可能性が考えられる。また、アンダーウォータークリーニングと塗料の部位による使い分けの組み合わせのように、一つの技術では解決できない問題でも現行の技術を効率的に組み合わせることによって対処できる可能性も示唆されるとともに、アンダーウォータークリーニングに関する性能基準の考え方を整理する必要性も考えられた。このため、今後、防止および除去技術とその運用を総合的に検討することにより、より高度で最適化された付着生物総合管理システムを構築していくことが必要である。また、運用にはこの管理システムを適正に運用するためのガイドラインを策定することが必要である。

### 5.3 船体付着生物総合管理マニュアルの策定

船体付着生物総合的管理システムを運用するためのガイドラインに基づいて、海運会社等が現実の業務の中で、的確に付着生物対策を実施できるようにマニュアルを策定する。

本マニュアルにおいては、環境リスクと移入リスクの両方に対応することの必要性を認識してもらい観点から、両リスクに対する考え方とリスク評価の結果についても解説する。

主に運行会社を対象として策定するマニュアルの構成案を以下に示す。

#### 運行会社向けマニュアルの構成（案）

##### I. 付着生物対策におけるリスクの考え方とその評価

1. 防汚塗料の環境リスク評価
2. 船体付着生物による生物移入リスク評価
3. 付着生物防除技術のリスク評価

## II. 付着生物総合防除技術

1. アンダーウォータークリーニング
- 2 その他の除去技術

一方、造船会社、塗料会社や船用機器製造会社においてもマニュアル作成の必要性が考えられ、その構成案は以下のとおりである。

### 造船会社・塗料会社・船用機器製造会社向けマニュアルの構成（案）

#### I. 付着生物対策におけるリスクの考え方とその評価

1. 防汚塗料の環境リスク評価
2. 船体付着生物による生物移入リスク評価
3. 付着生物防除技術のリスク評価

#### II. 付着生物総合防除技術

1. 船体付着生物防汚塗料
2. 防汚塗料以外の付着防止技術

#### III. 環境に配慮したアンダーウォータークリーニング技術





# 資料編



## 資料編 1 (環境影響評価)

参考資料 1	日本塗料工業会自主管理登録品での防汚物質の使用状況 .....	資-1
参考資料 2	防汚物質の毒性データ .....	資-2
参考資料 3	防汚物質の生物群ごとの最小毒性値 .....	資-10
参考資料 4	MAM-PEC モデルによる PEC 推定での港湾レイアウト .....	資-13
参考資料 5	MAM-PEC モデルによる PEC 推定での防汚物質の溶出量入力値 .....	資-14
参考資料 6	MAM-PEC モデルによる PEC 計算結果 .....	資-15
参考資料 7	PNEC 推定に適用したアセスメント係数 .....	資-16
参考資料 8	PEC/PNEC に基づく環境影響評価のフロー .....	資-18



参考資料 1 日本塗料工業会自主管理登録品での防汚物質の使用状況

CSA No.	物質名	製品(船底塗料)で使用される防汚物質とその製品数*1																													
		1物質のみ				2物質混合				3物質混合																					
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	1	2	3	4	5	6	7	8			
137-26-8	メチルチラム																														
1634-02-2	ブチルチラム																														
137-30-4	ジラム																														
330-54-1	ジクロロン																														
731-27-1	トリフルアニド																														
971-66-4	PK																														
1085-98-9	ジクロロフルアニド																														
1111-67-7	チオンアン酸第一銅																														
1317-39-1	亜酸化銅																														
1897-45-6	クロコタニル																														
12122-67-7	ジネブ																														
13108-52-6	Densil S-100																														
13167-25-4	IT-354																														
13463-41-7	亜鉛ピリチオン																														
14915-37-8	銅ピリチオン																														
28159-98-0	イルガロール																														
64359-81-5	Sea-nine 211																														
	製品数	2	1	48	1	1	1	17	68	4	96	20	10	8	1	1	1	1	1	1	4	8	1	6	1	12	1	2	1	1	2

CSA No.	物質名	製品(船底塗料)で使用される防汚物質とその製品数*1																															
		3物質混合								4物質混合																							
		9	10	11	12	13	14*	15	16	17	18	19	20	21	1	2	3	4	5														
137-26-8	メチルチラム																																
1634-02-2	ブチルチラム																																
137-30-4	ジラム																																
330-54-1	ジクロロン																																
731-27-1	トリフルアニド																																
971-66-4	PK																																
1085-98-9	ジクロロフルアニド																																
1111-67-7	チオンアン酸第一銅																																
1317-39-1	亜酸化銅																																
1897-45-6	クロコタニル																																
12122-67-7	ジネブ																																
13108-52-6	Densil S-100																																
13167-25-4	IT-354																																
13463-41-7	亜鉛ピリチオン																																
14915-37-8	銅ピリチオン																																
28159-98-0	イルガロール																																
64359-81-5	Sea-nine 211																																
	製品数	2	15	7	1	1	1	2	6	2	9	4	1	8	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

\*1 (社)日本塗料工業会自主管理登録品リスト  
(2008年6月10日現在)より作成  
\*2 他にナフテン酸銅を使用

参考資料 2(1) 防汚物質の毒性データ

(1) メチルチウラム (CAS 137-26-8)

毒性区分	(生息)	(分類)	生物種		(曝露期間)	エンドポイント*1		毒性値 (ug/L) (最小) - (最大)		
			(学名)	(和名)		(影響指標)	(測定指標)			
急性	淡水	藻類	<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	(緑藻類)	4 日間	EC50	GRO	1000		
			<i>Chlorella vulgaris</i>	(緑藻類)	3 日間	EC50	GRO	5500		
			<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	ムレミカズキモ	5 日間	EC50	POP	140		
		甲殻	<i>Scenedesmus subspicatus</i>	(緑藻類)	4 日間	EC50	PGRT	<100		
			<i>Asellus aquaticus</i>	(等脚類)	4 日間	LC50	MOR	61000		
			<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	1 - 2 日間	EC50/LC50	MOR/IMBT	210 - 1300		
			<i>Daphnia pulex</i>	ミジンコ	1 日間	EC50	NR	14000		
			<i>Gammarus pulex</i>	(ヨコエビ類)	4 日間	LC50	MOR	60		
			<i>Procambarus clarkii</i>	アメリカザリガニ	4 日間	LC50	MOR	4300		
			魚類	<i>Channa punctata</i>	インディアンズネークヘッド	4 日間	LC50	MOR	220	
				<i>Clarias batrachus</i>	(ヒレナマス類)	4 日間	LC50	MOR	9.2	
				<i>Cyprinus carpio</i>	コイ	4 日間	LC50	MOR	0.3	
				<i>Danio rerio</i>	ゼブラフィッシュ	7 日間	LC50	MOR	34	
				<i>Heteropneustes fossilis</i>	インドナマス	3 - 4 日間	LC50	MOR	6.3 - 7.2	
				<i>Ictalurus punctatus</i>	アメリカナマス	1 - 4 日間	LC50	MOR	790 - >1000	
				<i>Lepomis macrochirus</i>	ブルーギル	4 日間	LC50	MOR	42 - 280	
				<i>Leuciscus idus</i>	(コイ科)	4 日間	LC50	MOR	1200	
		<i>Mystus vittatus</i>		(ナマス類)	4 日間	LC50	MOR	0.67		
		<i>Oncorhynchus mykiss</i>		ニジマス	1 - 4 日間	LC50	MOR	48 - 500		
		<i>Pimephales promelas</i>	ファットヘッドミノ	4 日間	LC50	MOR	13 - 270			
		<i>Poecilia reticulata</i>	グッピー	4 日間	LC50	MOR	6 - 270			
		<i>Rasbora heteromorpha</i>	ハーレクインラスボラ	4 日間	LC50	MOR	7			
		海水	藻類	<i>Americamysis bahia</i>	(アミ類)	4 日間	LC50	MOR	3.36	
				<i>Crassostrea gigas</i>	マガキ	2 日間	EC50	IMBL	4.7	
		慢性	淡水	甲殻	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	21 日間	LC50	MOR	8
				魚類	<i>Danio rerio</i>	ゼブラフィッシュ	9 日間	NOEC	SURV/HATC/MFM	0.32 - 3.2
				<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス	21 - 60 日間	LOEC/EC50	GRO	0.32 - 3.2	

(2) ジラム (CAS 137-30-4)

毒性区分	(生息)	(分類)	生物種		(曝露期間)	エンドポイント*1		毒性値 (ug/L) (最小) - (最大)		
			(学名)	(和名)		(影響指標)	(測定指標)			
急性	淡水	藻類	<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	(緑藻類)	4 日間	EC50	GRO	1200		
			<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	ムレミカズキモ	5 日間	EC50	POP	67		
		甲殻	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	1 - 2 日間	LC50/EC50	MOR/IMBL	16 - 230		
			<i>Daphnia pulex</i>	ミジンコ	3 時間	LC50	MOR	450		
			<i>Moina macrocopa</i>	タマミジンコ	3 時間	LC50	MOR	650		
		魚類	<i>Carassius auratus</i>	フナ(キンギョ)	2 日間	LC50	MOR	95		
			<i>Cyprinus carpio</i>	コイ	2 - 4 日間	LC50	MOR	75 - 2280		
			<i>Ictalurus punctatus</i>	アメリカナマス	4 日間	LC50	MOR	500		
			<i>Lepomis macrochirus</i>	ブルーギル	4 日間	LC50	MOR	9.7 - 1200		
			<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス	1 - 4 日間	LC50	MOR	270 - 1700		
			<i>Oryzias latipes</i>	メダカ	2 日間	LC50	MOR	56		
			<i>Pimephales promelas</i>	ファットヘッドミノ	1 - 4 日間	LC50	MOR	8 - 260		
			<i>Poecilia reticulata</i>	グッピー	4 日間	LC50	MOR	750		
			軟体	<i>Cipangopaludina malleata</i>	マルタニシ	2 日間	LC50	MOR	750	
				<i>Indoplanorbis exustus</i>	インドヒラマキガイ	2 日間	LC50	MOR	600	
		<i>Physella acuta</i>		サカマキガイ	2 日間	LC50	MOR	550		
		<i>Semisulcospira libertina</i>		カワニナ	2 日間	LC50	MOR	4600		
		慢性	淡水	甲殻	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	21 日間	LC50	MOR	11
				魚類	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス	60 日間	LOEC/LC50	MOR	1.8 - 2
				軟体	<i>Biomphalaria glabrata</i>	(ヒラマキガイ科)	213 日間	LC50	MOR	300

\*1: エンドポイントの略号

BMAS	Biomass: 生物量	HTCH	Hatchability: ふ化率	POP	Population Abundance: 個体群の変化
DVP	Development: 発達	IMBL	Immobility: 遊泳阻害	PGRT	Population Growth Rate: 個体群の生長速度
GRO	Growth (General): 成長・生長	MATR	Maturity: 性成熟	SMP	Symptoms: 毒性症状
GROL	Growth (Length): 成長(体長)	MFM	Marformation: 奇形	SURV	Survival: 生残率
GROW	Growth (Weight): 成長(体重)	MOR	Mortality: 死亡率	FERZ	Fertilization: 受精率
GRRT	Growth rate: 生長速度	REP	Reproduction: 再生産	IMPS	Imposex (intersex): インボセックス、間性

参考資料 2(2) 防汚物質の毒性データ

(3) ジウロン (CAS 330-54-1)

毒性区分	(生息)	(分類)	生物種		(曝露期間)	エンドポイント*1 (影響指標)		毒性値 (ug/L) (最小) - (最大)			
			(学名)	(和名)		(測定指標)	(測定指標)				
急性	淡水	藻類	<i>Anabaena variabilis</i>	(藍藻類)	14 日間	EC50	PGRT	5.8			
			<i>Anabena flos-aquae</i>	(藍藻類)	3 日間	EC50	BMAS/GRRT	23 - 31			
			<i>Ankistrodesmus sp.</i>	(緑藻類)	14 日間	EC50	PGRT	6			
			<i>Chlamydomonas moewusii</i>	(緑藻類)	7 日間	EC50	PGRT	560			
			<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	(緑藻類)	14 日間	EC50	PGRT	1.3 - 30			
			<i>Chlorella sp.</i>	(緑藻類)	14 日間	EC50	PGRT	40			
			<i>Chlorella vulgaris</i>	(緑藻類)	4 日間	EC50	PGRT	4.3			
			<i>Chlorococcum sp.</i>	(緑藻類)	14 日間	EC50	PGRT	5			
			<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	(緑藻類)	14 日間	EC50	PGRT	6			
			<i>Hormidium flaccidum</i>	(緑藻類)	14 日間	EC50	PGRT	500			
			<i>Oscillatoria chalybea</i>	(藍藻類)	4 日間	EC50	POP	23			
			<i>Oscillatoria sp.</i>	(藍藻類)	14 日間	EC50	PGRT	40			
			<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	ムレミカズキモ	4 日間	EC50	POP	2.4 - 30			
			<i>Scenedesmus acutus</i>	(緑藻類)	1 - 14 日間	EC50	POP/PGRT	4.1 - 50			
			<i>Scenedesmus quadricauda</i>	(緑藻類)	4 - 14 日間	EC50	PGRT	2.7 - 50			
			<i>Scenedesmus subspicatus</i>	(緑藻類)	3 - 4 日間	EC50	POP/GRRT/BMAS	1 - 36			
			<i>Spirulina platensis</i>	(藍藻類)	14 日間	EC50	PGRT	8.5			
			<i>Stichococcus sp.</i>	(藍藻類)	14 日間	EC50	PGRT	1500			
			甲殻	甲殻	<i>Asellus brevicaudus</i>	(等脚類)	1 - 4 日間	LC50	MOR	10000 - 15500	
					<i>Ceriodaphnia dubia</i>	ニセネコゼミジンコ	2 日間	EC50	IMBL	1000 - 1700	
		<i>Daphnia magna</i>			オオミジンコ	1 - 4 日間	EC50/LC50	IMBL/MOR	400 - 47000		
		<i>Daphnia pulex</i>			ミジンコ	2 - 7 日間	EC50/LC50	IMBL/MOR	1400 - 40000		
		<i>Gammarus fasciatus</i>			(ヨコエビ類)	4 日間	LC50	MOR	160 - 700		
		<i>Hyalella azteca</i>			(ヨコエビ類)	4 - 10 日間	LC50	MOR	18400 - 19400		
		<i>Moina macrocopa</i>			タマミジンコ	3 日間	LC50	MOR	40000		
		<i>Simocephalus serrulatus</i>			トガリオカメミジンコ	2 日間	EC50	IMBL	2000		
		魚類			魚類	<i>Carassius auratus</i>	フナ(キンギョ)	2 日間	LC50	MOR	5800
						<i>Carassius sp.</i>	(フナ類)	4 日間	LC50	MOR	63000
						<i>Ctenopharyngodon idella</i>	ソウギョ	4 日間	LC50	MOR	31000
						<i>Cyprinus carpio</i>	コイ	2 - 4 日間	LC50	MOR	2900 - 3200
						<i>Gambusia affinis</i>	カダヤシ	1 日間	LC50	MOR	10000
			<i>Lepomis macrochirus</i>	ブルーギル		1 - 4 日間	LC50	MOR	2800 - 300000		
			<i>Leuciscus idus melanotus</i>	(コイ科)		4 日間	LC50	MOR	6600		
			<i>Morone saxatilis</i>	ストライプドバス		4 日間	LC50	MOR	500 - 6000		
			<i>Oncorhynchus clarki</i>	カットスロートトラウト		4 日間	LC50	MOR	710 - 13800		
			<i>Oncorhynchus kisutch</i>	ギンザケ		2 - 4 日間	LC50	MOR	2400 - 16000		
			<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス		2 - 4 日間	LC50	MOR	1950 - 23800		
			<i>Oryzias latipes</i>	メダカ		2 日間	LC50	MOR	3500		
			<i>Pimephales promelas</i>	ファットヘッドミノー		4 - 10 日間	LC50	MOR	7700 - 27100		
			<i>Rasbora heteromorpha</i>	ハーレクインラスボラ		2 日間	LC50	MOR	190000		
			<i>Salvelinus namaycush</i>	レイクトラウト		4 日間	LC50	MOR	1100 - 11500		
			<i>Tinca tinca</i>	(コイ科)		4 日間	LC50	MOR	15500		
			軟体	軟体		<i>Lymnaea sp.</i>	(モノアラガイ類)	4 日間	LC50	MOR	15300
		藻類			<i>Gracilaria tenuistipitata</i>	オゴノリ	4 日間	EC50	PGRT	15 - 20	
					<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	(珪藻類)	10 日間	EC50	POP	10	
		甲殻			<i>Americamysis bahia</i>	(アミ類)	4 日間	LC50	MOR	1100 - 1200	
					<i>Mysidopsis bahia</i>	(アミ類)	4 日間	EC50	MOR	1100	
		魚類			<i>Cyprinodon variegatus</i>	シーブスヘッドミノー	4 日間	LC50	MOR	6700	
					<i>Mugil curema</i>	(ボラ類)	2 日間	LC50	MOR	6300	
		軟体			軟体	<i>Crassostrea virginica</i>	アメリカガキ	4 日間	EC50	IMBL	4800
						<i>Crassostrea virginica</i>	アメリカガキ	4 日間	EC50	GRO	1800
						<i>Mercenaria mercenaria</i>	ホンピノスガイ	12 日間	LC50	MOR	5000
		慢性	淡水	藻類	<i>Chlamydomonas moewusii</i>	(緑藻類)	7 日間	NOEC	MOR	7000	
<i>Oscillatoria chalybea</i>	(藍藻類)				5 日間	LOEC	POP	230			
<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	ムレミカズキモ				5 日間	LOEC	POP	230			
<i>Scenedesmus subspicatus</i>	(緑藻類)				1 - 3 日間	NOEC	POP	7 - 10			
<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ				21 日間	NOEC	REP/GRO	96 - >=1,000			
甲殻	甲殻			<i>Daphnia pulex</i>	ミジンコ	7 日間	NOEC	MOR/REP	4000		
				<i>Hyalella azteca</i>	(ヨコエビ類)	10 - 21 日間	NOEC	GROW	60 - 7900		
				<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス	28 日間	NOEC	MOR	410		
				<i>Pimephales promelas</i>	ファットヘッドミノー	7 - 64 日間	NOEC	GROW/MOR	33 - 4200		
				<i>Physo gyrina</i>	(サカマキガイ類)	10 日間	NOEC	GROW	13400		
軟体	軟体	<i>Gracilaria tenuistipitata</i>	オゴノリ	4 日間	NOEC	PGRT	1.3 - 2				
		魚類	<i>Cyprinodon variegatus</i>	シーブスヘッドミノー	4 - 32 日間	NOEC	MOR	1700 - 3600			

\*1: エンドポイントの略号

BMAS	Biomass: 生物量	HTCH	Hatchability: ふ化率	POP	Population Abundance: 個体群の変化
DVP	Development: 発達	IMBL	Immobility: 遊泳阻害	PGRT	Population Growth Rate: 個体群の生長速度
GRO	Growth (General): 成長・生長	MATR	Maturity: 性成熟	SMP	Symptoms: 毒性症状
GROL	Growth (Length): 成長(体長)	MFM	Marformation: 奇形	SURV	Survival: 生残率
GROW	Growth (Weight): 成長(体重)	MOR	Mortality: 死亡率	FERZ	Fertilization: 受精率
GRRT	Growth rate: 生長速度	REP	Reproduction: 再生産	IMPS	Imposex (intersex): インボセックス、間性

参考資料 2(3) 防汚物質の毒性データ

(4) トリフルアニド (CAS 731-27-1)

毒性区分	(生息)	(分類)	生物種		(曝露期間)	エンドポイント*1		毒性値 (ug/L)
			(学名)	(和名)		(影響指標)	(測定指標)	
急性	淡水	藻類	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	ムレミカズキモ	3 日間	EC50	GRRT	5010
			<i>Scenedesmus subspicatus</i>	(緑藻類)	3 日間	EC50	GRRT	>1000
		甲殻	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	2 日間	EC50	IMBL	190 - 690
			魚類	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス	4 日間	LC50	MOR
		魚類	<i>Pimephales promelas</i>	ファットヘッドミノー	4 日間	LC50	MOR	43.2
慢性	淡水	甲殻	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	21 日間	NOEC	NR	61 - 100
		魚類	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス	28 - 35 日間	NOEC	NR	44 - 60

(5) PK (CAS 971-66-4)

毒性区分	(生息)	(分類)	生物種		(曝露期間)	エンドポイント*1		毒性値 (ug/L)
			(学名)	(和名)		(影響指標)	(測定指標)	
急性	淡水	魚類	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス	7 日間	LC50	MOR	140
		海水	藻類	<i>Skeletonema costatum</i>	(藻類)	3 日間	EC50	GRO
	甲殻		<i>Penaeus japonicus</i>	クルマエビ	4 日間	LC50	MOR	149
	魚類		<i>Tigriopus japonicus</i>	シオダマリミジンコ	1 日間	EC50	IMBL	16
	魚類	<i>Pagrus major</i>	マダイ	4 日間	LC50	MOR	242	
慢性	淡水	魚類	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス	28 日間	LC50	MOR	42

(6) ジクロフルアニド (CAS 1085-98-9)

毒性区分	(生息)	(分類)	生物種		(曝露期間)	エンドポイント*1		毒性値 (ug/L)		
			(学名)	(和名)		(影響指標)	(測定指標)			
急性	淡水	藻類	<i>Scenedesmus subspicatus</i>	(緑藻類)	4 日間	EC50	NR	>1000		
			<i>Scenedesmus subspicatus</i>	(緑藻類)	3 日間	EC50	GRRT	15000		
		甲殻	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	2 日間	EC50	IMBL	420 - >1,800		
			魚類	<i>Leuciscus idus melanotus</i>	(コイ科)	4 日間	LC50	MOR	120	
		軟体	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス	4 日間	LC50	MOR	10 - 50		
			<i>Cipangopaludina malleata</i>	マルタニシ	2 日間	LC50	MOR	8200		
			<i>Indoplanorbis exustus</i>	インドヒラマキガイ	2 日間	LC50	MOR	7000		
			<i>Physella acuta</i>	サカマキガイ	2 日間	LC50	MOR	7000		
			<i>Semisulcospira libertina</i>	カワニナ	2 日間	LC50	MOR	4800		
			海水	魚類	<i>Leiostomus xanthurus</i>	(ニベ科)	2 日間	LC50	MOR	32
				軟体	<i>Crassostrea virginica</i>	アメリカガキ	4 日間	EC50	GRO	59
			慢性	淡水	藻類	<i>Scenedesmus subspicatus</i>	(緑藻類)	4 日間	NOEC	GRRT
		甲殻			<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	21 日間	NOEC	REP	2.7
		魚類			<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス	21 日間	NOEC	MOR/SMP	4.6
		魚類			<i>Pimephales promelas</i>	ファットヘッドミノー	33 日間	NOEC	GRO	4.1

(7) チオシアン酸第一銅 (CAS 1111-67-7)

毒性区分	(生息)	(分類)	生物種		(曝露期間)	エンドポイント*1		毒性値 (ug/L)	
			(学名)	(和名)		(影響指標)	(測定指標)		
急性	淡水	甲殻	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	2 日間	EC50	IMBL	20	
			魚類	<i>Lepomis macrochirus</i>	ブルーギル	4 日間	LC50	MOR	>55
		海水	魚類	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス	4 日間	LC50	MOR	31
			甲殻	<i>Crangon crangon</i>	(エビジャコ類)	4 日間	LC50	MOR	>1000
			魚類	<i>Pleuronectes platessa</i>	ツノガレイ	4 日間	LC50	MOR	9.6

(8) 亜酸化銅 (CAS 1317-39-1)

毒性区分	(生息)	(分類)	生物種		(曝露期間)	エンドポイント*1		毒性値 (ug/L)	
			(学名)	(和名)		(影響指標)	(測定指標)		
急性	淡水	藻類	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	ムレミカズキモ	4 日間	EC50	POP/PGRT	60 - 710	
			<i>Scenedesmus subspicatus</i>	(緑藻類)	4 日間	EC50	GRRT	65000	
		甲殻	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	2 日間	EC50	IMBL	510	
			<i>Daphnia similis</i>	タイリクミジンコ	2 日間	EC50	MOR	42	
		魚類	<i>Danio rerio</i>	ゼブラフィッシュ	4 日間	LC50	MOR	75	
			軟体	<i>Biomphalaria glabrata</i>	(ヒラマキガイ科)	2 日間	LC50	MOR	179
		海水	甲殻	<i>Americamysis bahia</i>	(アミ類)	4 日間	LC50	MOR	69.7
				<i>Balanus improvisus</i>	ヨーロッパフジツボ	4 日間	LC50	MOR	20
			魚類	<i>Cyprinodon variegatus</i>	シーブスヘッドミノー	4 日間	LC50	MOR	>173

\*1: エンドポイントの略号

BMAS	Biomass: 生物量	HTCH	Hatchability: ふ化率	POP	Population Abundance: 個体群の変化
DVP	Development: 発達	IMBL	Immobility: 遊泳阻害	PGRT	Population Growth Rate: 個体群の生長速度
GRO	Growth (General): 成長・生長	MATR	Maturity: 性成熟	SMP	Symptoms: 毒性症状
GROL	Growth (Length): 成長(体長)	MFM	Marformation: 奇形	SURV	Survival: 生残率
GROW	Growth (Weight): 成長(体重)	MOR	Mortality: 死亡率	FERZ	Fertilization: 受精率
GRRT	Growth rate: 生長速度	REP	Reproduction: 再生産	IMPS	Imposex (intersex): インボセックス、間性



参考資料 2(4) 防汚物質の毒性データ

(9) ブチルチラム (CAS 1634-02-2)

毒性区分	生物種			(曝露期間)	エンドポイント*1 (影響指標) (測定指標)		毒性値 (ug/L) (最小) - (最大)	
	(生息) (分類)	(学名)	(和名)					
急性	淡水	藻類	<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	(緑藻類)	4 日間	EC50	GRO	>10000
		甲殻	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	2 日間	LC50	MOR	>560
		魚類	<i>Poecilia reticulata</i>	グッピー	4 日間	LC50	MOR	>10000

(10) クロロタニル (CAS 1897-45-6)

毒性区分	生物種			(曝露期間)	エンドポイント*1 (影響指標) (測定指標)		毒性値 (ug/L) (最小) - (最大)			
	(生息) (分類)	(学名)	(和名)							
急性	淡水	藻類	<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	(緑藻類)	4 日間	EC50	PGRT	100		
			<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	ムレミカズキモ	3 - 5 日間	EC50	POP/PGRT	6.8 - 190		
			<i>Scenedesmus acutus</i>	(緑藻類)	4 日間	EC50	PGRT	8069		
		甲殻	<i>Scenedesmus subspicatus</i>	(緑藻類)	3 日間	EC50	NR	570		
			<i>Astacopsis gouldi</i>	タスマニアオオザリガニ	7 日間	LC50	MOR	3.6		
			<i>Colubotelson chiltoni minor</i>	(等脚類)	7 日間	LC50	MOR	>40		
			<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	2 日間	EC50/LC50	IMBL/MOR	59 - 26000		
			<i>Daphnia pulex</i>	ミジンコ	3 時間	LC50	MOR	7800		
			<i>Moina macrocopa</i>	タマミジンコ	3 時間	LC50	MOR	>10000		
			<i>Neoniphargus sp.</i>	(ヨコエビ類)	7 日間	LC50	MOR	>40		
			<i>Paratya australiensis</i>	(ヌマエビ類)	7 日間	LC50	MOR	10.9		
			魚類	<i>Anguilla japonica</i>	ウナギ	2 日間	LC50	MOR	38	
				<i>Carassius auratus</i>	フナ(キンギョ)	2 日間	LC50	MOR	170	
				<i>Cyprinus carpio</i>	コイ	2 日間	LC50	MOR	110	
				<i>Galaxias auratus</i>	(ガラクシアス属)	4 日間	LC50	MOR	29.2	
				<i>Galaxias maculatus</i>	(ガラクシアス属)	1 - 10 日間	LC50	MOR	>8.2 - 23.7	
				<i>Galaxias truttaceus</i>	(ガラクシアス属)	4 日間	LC50	MOR	18.9 - 29.2	
		<i>Gasterosteus aculeatus</i>		イトヨ	4 日間	LC50	MOR	69		
		<i>Ictalurus punctatus</i>		アメリカナマズ	1 - 4 日間	LC50	MOR	43 - 430		
		<i>Lepomis macrochirus</i>		ブルーギル	4 日間	LC50	MOR	26.3 - 45000		
		<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>		ドジョウ	2 日間	LC50	MOR	150		
		<i>Oncorhynchus mykiss</i>		ニジマス	1 - 10 日間	LC50	MOR	7.6 - 250		
		<i>Oryzias latipes</i>		メダカ	2 日間	LC50	MOR	88		
		<i>Pseudaphritis urvillii</i>		(セウダフィリティス属)	10 日間	LC50	MOR	>8.2		
		<i>Tilapia nilotica</i>		ナイルティラピア	4 日間	LC50	MOR	100 - 120		
		軟体		<i>Cipangopaludina malleata</i>	マルタニシ	2 日間	LC50	MOR	30000	
				<i>Indoplanorbis exustus</i>	インドヒラマキガイ	2 日間	LC50	MOR	15000	
				<i>Mytilus edulis</i>	ムラサキガイ	2 - 4 日間	LC50/EC50	MOR/DVP	8.8 - 5940	
				<i>Physella acuta</i>	サカマキガイ	2 日間	LC50	MOR	37000	
				<i>Semisulcospira libertina</i>	カワニナ	2 日間	LC50	MOR	9000	
				海水	藻類	<i>Dunaliella tertiolecta</i>	(緑藻類)	4 日間	EC50	PGRT
			甲殻		<i>Amphiascus tenuiremis</i>	(カイアシ類)	4 日間	LC50	MOR	26.7 - 89.7
					<i>Cancer magister</i>	ホクヨウイチョウガニ	4 日間	LC50	MOR	140
					<i>Penaeus duorarum</i>	ピンクシュリンプ	4 日間	LC50	MOR	165
			魚類		<i>Cyprinodon variegatus</i>	シーブスヘッドミノ	4 日間	LC50	MOR	32
			<i>Leiostomus xanthurus</i>		(ニベ科)	2 日間	LC50	MOR	32	
			<i>Mugil cephalus</i>		ボラ	2 日間	LC50	MOR	32	
		棘皮	<i>Paracentrotus lividus</i>		ヨーロッパムラサキウニ	2 日間	EC50	GROL	6.6	
		軟体	<i>Crassostrea virginica</i>		アメリカガキ	4 日間	EC50	IMBL	3.6 - 26	
		原索	<i>Ciona intestinalis</i>		ユウレイボヤ	2 日間	EC50	DVP	33	
		慢性	淡水	藻類	<i>Scenedesmus subspicatus</i>	(緑藻類)	3 日間	NOEC	NR	60
				甲殻	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	2 日間	NOEC	NR	32
					<i>Paratya australiensis</i>	(ヌマエビ類)	10 日間	LOEC	MOR	0.17
				魚類	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス	4 日間	NOEC	NR	8.5
					<i>Oryzias latipes</i>	メダカ	15 - 34 日間	NOEC	HTCH/GROL	0.06
			海水	藻類	<i>Dunaliella tertiolecta</i>	(緑藻類)	4 日間	NOEC	PGRT	33.3
					<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	ムレミカズキモ	3 日間	LOEC	POP	1
				甲殻	<i>Americamysis bahia</i>	(アミ類)	4 日間	LOEC	MOR	>162
					<i>Amphiascus tenuiremis</i>	(カイアシ類)	16 日間	NOEC	MATR/MOR	23.5 - 24.5
				棘皮	<i>Paracentrotus lividus</i>	ヨーロッパムラサキウニ	2 日間	NOEC	DVP	0.27 - 1.1
軟体	<i>Mytilus edulis</i>			ムラサキガイ	2 日間	NOEC	DVP	8.5		
原索	<i>Ciona intestinalis</i>			ユウレイボヤ	2 日間	NOEC	DVP	3.2 - 34		

\*1: エンドポイントの略号

BMAS	Biomass: 生物量	HTCH	Hatchability: ふ化率	POP	Population Abundance: 個体群の変化
DVP	Development: 発達	IMBL	Immobility: 遊泳阻害	PGRT	Population Growth Rate: 個体群の生長速度
GRO	Growth (General): 成長・生長	MATR	Maturity: 性成熟	SMP	Symptoms: 毒性症状
GROL	Growth (Length): 成長(体長)	MFM	Marformation: 奇形	SURV	Survival: 生残率
GROW	Growth (Weight): 成長(体重)	MOR	Mortality: 死亡率	FERZ	Fertilization: 受精率
GRRT	Growth rate: 生長速度	REP	Reproduction: 再生産	IMPS	Imposex (intersex): インボセックス、間性

参考資料 2(5) 防汚物質の毒性データ

(11) ジネブ (CAS 12122-67-7)

毒性区分	(生息)	(分類)	生物種		(曝露期間)	エンドポイント*1		毒性値 (ug/L) (最小) - (最大)	
			(学名)	(和名)		(影響指標)	(測定指標)		
急性	淡水	藻類	<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	(緑藻類)	4 日間	EC50	PGRT	527	
			<i>Scenedesmus acutus acutus</i>	(緑藻類)	4 日間	EC50	PGRT	510	
		甲殻	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	1 日間	LC50	MOR	200	
			<i>Daphnia pulex</i>	ミジンコ	3 時間	LC50	MOR	>40000	
			<i>Moina macrocopa</i>	タマミジンコ	3 時間	LC50	MOR	>40000	
		魚類	<i>Carassius auratus</i>	フナ(キンギョ)	2 日間	LC50	MOR	>40000	
			<i>Channa punctata</i>	インディアンズネークヘッド	1 日間	LC50	MOR	12000	
			<i>Cyprinus carpio</i>	コイ	2 日間	LC50	MOR	>40000	
			<i>Lepomis macrochirus</i>	ブルーギル	4 日間	LC50	MOR	180000	
			<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	ドジョウ	2 日間	LC50	MOR	>40000	
			<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス	4 日間	LC50	MOR	29000	
			<i>Oryzias latipes</i>	メダカ	2 日間	LC50	MOR	>40,000	
			<i>Poecilia reticulata</i>	グッピー	4 日間	LC50	MOR	7200	
			<i>Rasbora heteromorpha</i>	ハーレクインラスボラ	4 日間	LC50	MOR	250000	
			軟体	<i>Indoplanorbis exustus</i>	インドヒラマキガイ	2 日間	LC50	MOR	>100000
		<i>Physella acuta</i>		サカマキガイ	2 日間	LC50	MOR	>100000	
		<i>Semisulcospira libertina</i>		カワニナ	2 日間	LC50	MOR	>100000	
		海水	軟体	<i>Crassostrea virginica</i>	アメリカガキ	4 日間	EC50	IMBL	>1000
		慢性	淡水	甲殻	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	21 日間	LC50	MOR
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス				60 日間	LC50	MOR	211	
魚類	<i>Oncorhynchus mykiss</i>			ニジマス	60 日間	LOEC	MOR/GRO	<=32 - 180	
	<i>Oncorhynchus mykiss</i>			ニジマス	60 日間	LOEC	MOR/GRO	<=32 - 180	

(12) IT354 (CAS 13167-25-4)

毒性区分	(生息)	(分類)	生物種	(和名)	(曝露期間)	エンドポイント*1	(測定指標)	毒性値 (ug/L) (最小) - (最大)
急性	淡水	魚類	<i>Oryzias latipes</i>	メダカ	2 日間	LC50	MOR	49000

(13) 亜鉛ピリチオン (CAS 13463-41-7)

毒性区分	(生息)	(分類)	生物種		(曝露期間)	エンドポイント*1		毒性値 (ug/L) (最小) - (最大)		
			(学名)	(和名)		(影響指標)	(測定指標)			
急性	淡水	藻類	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	ムレミカズキモ	5 日間	EC50	POP	28		
			<i>Chydorus sphaericus</i>	マルミジンコ	2 日間	LC50/EC50	MOR/IMBL	80 - 197		
		甲殻	<i>Cyprina seuratii</i>	マエスジカミミジンコ	2 日間	LC50	MOR	337		
			<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	2 日間	LC50/EC50	MOR/IMBL	3.6 - 75		
			<i>Ilyocypris dentifera</i>	(貝形虫類)	2 日間	LC50/EC50	MOR/IMBL	38 - 137		
		魚類	<i>Ictalurus punctatus</i>	アメリカナマズ	4 日間	LC50	MOR	35		
			<i>Lepomis macrochirus</i>	ブルーギル	4 日間	LC50	MOR	21		
			<i>Notemigonus crysoleucas</i>	ゴールデンシャイナー	4 日間	LC50	MOR	20		
			<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス	4 日間	LC50	MOR	3.2		
			<i>Pimephales promelas</i>	ファットヘッドミノー	4 日間	LC50	MOR	2.6 - 40		
			<i>Salvelinus fontinalis</i>	カワマス	4 日間	LC50	MOR	8		
			海水	甲殻	<i>Americamysis bahia</i>	(アミ類)	4 日間	LC50	MOR	4.7
					<i>Mysidopsis bahia</i>	(アミ類)	2 日間	LC50	MOR	6.3
		魚類	<i>Cyprinodon variegatus</i>	シーブスヘッドミノー	4 日間	LC50	MOR	400		
			<i>Crassostrea virginica</i>	アメリカガキ	2 - 4 日間	LC50/EC50	MOR/IMBL	22		
		慢性	淡水	藻類	<i>Selenastrum capricornutum</i>	ムレミカズキモ	5 日間	NOEC	NR	7.8
					<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	2 - 21 日間	NOEC	REP/IMBL	1.1 - 2.7
				魚類	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス	4 日間	NOEC	NR	1.6
					<i>Pimephales promelas</i>	ファットヘッドミノー	4 - 32 日間	NOEC	GRO/MOR	1.1 - 1.2
					<i>Americamysis bahia</i>	(アミ類)	50 日間	NOEC	REP/GRO	2.7 - 4.2
海水	甲殻		<i>Mysidopsis bahia</i>	(アミ類)	2 日間	NOEC	MOR	1.6		
			<i>Cyprinodon variegatus</i>	シーブスヘッドミノー	4 日間	NOEC	NR	200		
	軟体		<i>Crassostrea virginica</i>	アメリカガキ	4 日間	NOEC	DEV	10		

\*1: エンドポイントの略号

BMAS	Biomass: 生物量	HTCH	Hatchability: ふ化率	POP	Population Abundance: 個体群の変化
DVP	Development: 発達	IMBL	Immobility: 遊泳阻害	PGRT	Population Growth Rate: 個体群の生長速度
GRO	Growth (General): 成長・生長	MATR	Maturity: 性成熟	SMP	Symptoms: 毒性症状
GROL	Growth (Length): 成長(体長)	MFM	Marformation: 奇形	SURV	Survival: 生残率
GROW	Growth (Weight): 成長(体重)	MOR	Mortality: 死亡率	FERZ	Fertilization: 受精率
GRRT	Growth rate: 生長速度	REP	Reproduction: 再生産	IMPS	Imposex (intersex): インボセックス、間性

参考資料 2(6) 防汚物質の毒性データ

(14) 銅ピリチオン (CAS 14915-37-8)

毒性区分	(生息)	(分類)	生物種		(曝露期間)	エンドポイント*1		毒性値 (ug/L)		
			(学名)	(和名)		(影響指標)	(測定指標)			
急性	淡水	藻類	<i>Scenedesmus subspicatus</i>	(緑藻類)	3 日間	EC50	GRO	21		
			甲殻	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	2 日間	EC50	IMBL	6.5	
				魚類	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス	4 - 7 日間	LC50	MOR	2.9 - 7.6
	海水	藻類	<i>Skeletonema costatum</i>	(珪藻類)	4 日間	EC50	GRO	0.8		
			<i>Tetraselmis tetrathele</i>	テトラセルミス	4 日間	EC50	GRO	11		
		甲殻	<i>Artemia salina</i>	アルテミア	2 日間	LC50	MOR	290		
			<i>Heptacarpus futilirostris</i>	アシナガモエビモドキ	4 日間	LC50	MOR	2.5		
			<i>Tigriopus japonicus</i>	シオダマリミジンコ	1 日間	LC50/EC50	MOR/IMBL	24 - 31		
		魚類	<i>Fundulus heteroclitus</i>	マミチヨグ	4 日間	LC50	MOR	7.7		
			<i>Pagrus major</i>	マダイ	4 日間	LC50	MOR	9.6		
		棘皮	<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i>	ハファンウニ	2 日間	EC50	DEV	4.3		
			<i>Pseudocentrotus depressus</i>	アカウニ	1 日間	LC50/EC50	MOR/IMBL	1.3 - 2.8		
		慢性	淡水	藻類	<i>Scenedesmus subspicatus</i>	(緑藻類)	3 日間	NOEC	GRO	10
					甲殻	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	2 日間	NOEC	IMBL
魚類	<i>Oncorhynchus mykiss</i>					ニジマス	4 日間	NOEC	MOR	1.2
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス					28 日間	LC50	MOR	1.3	
海水	藻類		<i>Skeletonema costatum</i>	(珪藻類)	4 日間	NOEC	GRO	0.25 - 0.63		
			<i>Tetraselmis tetrathele</i>	テトラセルミス	4 日間	NOEC	GRO	4		
	棘皮		<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i>	ハファンウニ	2 日間	NOEC	DEV	1		

(15) イルガロール (CAS 28159-98-0)

毒性区分	(生息)	(分類)	生物種		(曝露期間)	エンドポイント*1		毒性値 (ug/L)
			(学名)	(和名)		(影響指標)	(測定指標)	
急性	淡水	藻類	<i>Anabena flos-aquae</i>	(藍藻類)	3 - 5 日間	EC50	POP	1.9 - 2
			<i>Navicula pelliculosa</i>	(珪藻類)	3 - 5 日間	EC50	POP	0.1
			<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	ムレミカズキモ	3 - 5 日間	EC50	POP/GRRT	1.3 - 2
			<i>Raphidocelis subcapitata</i>		3 日間	EC50	NR	1
			<i>Scenedesmus sp.</i>	(緑藻類)	3 日間	EC50	NR	1.4
			<i>Scenedesmus subspicatus</i>	(緑藻類)	3 日間	EC50	POP	2.4
		甲殻	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	2 日間	LC50/EC50	MOR/IMBL	5300 - 8300
			<i>Daphnia pulex</i>	ミジンコ	1 日間	LC50	MOR	5700
			<i>Thamnocephalus platyurus</i>	ホウネンエビ	1 - 9 日間	LC50	MOR	12000
		魚類	<i>Lepomis macrochirus</i>	ブルーギル	4 日間	LC50	MOR	2600
			<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス	4 日間	LC50	MOR	750
			<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス	28 日間	LC50	MOR	1.3
	海水	藻類	<i>Chlorella fusca vacuolata</i>	(緑藻類)	1 日間	EC50	PGRT	5.6
			<i>Chlorococcum sp.</i>	(緑藻類)	5 日間	EC50	POP	0.42
			<i>Gracilaria tenuistipitata</i>	オゴノリ	4 日間	EC50	PGRT	2
			<i>Skeletonema costatum</i>	(珪藻類)	3 - 5 日間	EC50	POP	0.4 - 0.45
		甲殻	<i>Americamysis bahia</i>	(アミ類)	4 日間	LC50	MOR	400
			<i>Artemia salina</i>	アルテミア	1 日間	LC50	MOR	>4,000 - 40000
			<i>Mysidopsis bahia</i>	(アミ類)	4 日間	LC50	MOR	40
		魚類	<i>Cyprinodon variegatus</i>	シーブスヘッドミノ	4 日間	LC50	MOR	3500
			<i>Menidia beryllina</i>	(トウゴロウイワシ科)	4 日間	LC50	MOR	1580
		軟体	<i>Crassostrea virginica</i>	アメリカガキ	2 日間	EC50	IMBL	3200
			<i>Chlorella fusca vacuolata</i>	(緑藻類)	1 日間	NOEC	PGRT	0.51
		慢性	淡水	魚類	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス	28 - 60 日間	NOEC
<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	チヌークサーモン				28 日間	LC50	MOR	88
海水	甲殻		<i>Mysidopsis bahia</i>	(アミ類)	28 日間	NOEC	SURV/GRO	110 - 260

\*1: エンドポイントの略号

BMAS	Biomass: 生物量	HTCH	Hatchability: ふ化率	POP	Population Abundance: 個体群の変化
DVP	Development: 発達	IMBL	Immobility: 遊泳阻害	PGRT	Population Growth Rate: 個体群の生長速度
GRO	Growth (General): 成長・生長	MATR	Maturity: 性成熟	SMP	Symptoms: 毒性症状
GROL	Growth (Length): 成長(体長)	MFM	Marformation: 奇形	SURV	Survival: 生残率
GROW	Growth (Weight): 成長(体重)	MOR	Mortality: 死亡率	FERZ	Fertilization: 受精率
GRRT	Growth rate: 生長速度	REP	Reproduction: 再生産	IMPS	Imposex (intersex): インボセックス、間性

参考資料 2(7) 防汚物質の毒性データ

(16) Sea-nine 211 (CAS 64359-81-5)

毒性区分	(生息)	(分類)	生物種		(曝露期間)	エンドポイント*1		毒性値 (ug/L)		
			(学名)	(和名)		(影響指標)	(測定指標)			
急性	淡水	藻類	<i>Chlorella fusca vacuolata</i>	(緑藻類)	1 日間	EC50	PGRT	89		
			<i>Selenastrum capricornutum</i>	ムレミカズキモ	5 日間	EC50	GRO	32 - 36		
		甲殻	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	2 日間	EC50	IMBL	5.2 - 22		
	海水	魚類	<i>Lepomis macrochirus</i>	ブルーギル	4 日間	LC50	MOR	14 - 29		
			<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス	4 日間	LC50	MOR	2.7 - 9.7		
		藻類	<i>Skeletonema costatum</i>	(珪藻類)	4 日間	EC50	POP/GRO	13.9 - 18		
			甲殻	<i>Americamysis bahia</i>	(アミ類)	4 日間	LC50	MOR	4.7	
		魚類	<i>Mysidopsis bahia</i>	(アミ類)	4 日間	LC50	MOR	4.7		
			<i>Penaeus aztecus</i>	ブラウنشユリンブ	4 日間	LC50	MOR	12.4 - 27.2		
			<i>Uca pugilator</i>	(シオマネキ類)	4 日間	LC50	MOR	1700		
			<i>Cyprinodon variegatus</i>	シーブスヘッドミノー	4 日間	LC50	MOR	17 - 20.5		
			<i>Pagrus major</i>	マダイ	4 日間	LC50	MOR	5.2		
			<i>Paralichthys olivaeus</i>	ヒラメ	4 日間	LC50	MOR	6.1		
		軟体	<i>Crassostrea virginica</i>	アメリカガキ	2 日間	EC50	IMBL	9.4 - 12		
			<i>Mttilus edulis</i>	ムラサキガイ	2 日間	EC50	IMBL	2.7		
		慢性	淡水	藻類	<i>Chlorella fusca vacuolata</i>	(緑藻類)	1 日間	NOEC	PGRT	27
				甲殻	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	21 日間	NOEC	REP	0.63
海水	魚類		<i>Cyprinodon variegatus</i>	シーブスヘッドミノー	35 日間	NOEC	NR	6		
	軟体		<i>Crassostrea virginica</i>	アメリカガキ	2 日間	NOEC	NR	10		

(17) トリブチルスズ

毒性区分	(生息)	(分類)	生物種		(曝露期間)	エンドポイント*1		毒性値 (ug/L)	
			(学名)	(和名)		(影響指標)	(測定指標)		
急性	淡水	藻類	<i>Ankistrodesmus falcatus acicul</i>	(緑藻類)	8 日間	EC50	GRO	5	
			<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	(緑藻類)	4 日間	EC50	GRO	42	
			<i>Scenedesmus pannonicus</i>	(緑藻類)	4 日間	EC50	GRO	64	
			<i>Scenedesmus quadricauda</i>	(緑藻類)	12 日間	EC50	POP/GRRT	0.016 - 2	
			<i>Scenedesmus subspicatus</i>	(緑藻類)	2 日間	EC50	BMAS	60	
			甲殻	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	2 - 20 日間	EC50/LC50	MOR/REP	1.67 - 70
		魚類	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	イトヨ	4 日間	LC50	MOR	13 - 19	
			<i>Ictalurus punctatus</i>	アメリカナマズ	4 日間	LC50	MOR	12	
			<i>Lepomis macrochirus</i>	ブルーギル	4 日間	LC50	MOR	7.6 - 240	
			<i>Leuciscus idus</i>	(コイ科)	2 日間	LC50	MOR	50	
			<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス	1 - 4 日間	LC50	MOR	1 - 32000	
			<i>Oryzias latipes</i>	メダカ	21 日間	LC50	MOR	13	
			<i>Pimephales promelas</i>	ファットヘッドミノー	4 日間	LC50	MOR	2.7	
			<i>Platichthys flesus</i>	(カレイ科)	14 日間	LC50	MOR	9.9 - 17.9	
			<i>Poecilia reticulata</i>	グッピー	1 - 91 日間	LC50	MOR	10 - 39	
			<i>Salvelinus namaycush</i>	レイクトラウト	4 日間	LC50	MOR	5.21	
			貝類	<i>Biomphalaria glabrata</i>	(ヒラマキガイ科の一種)	<1 - 14 日間	LC50/EC50	MOR/REP	0.1 - 5400
				<i>Cipangopaludina malleata</i>	マルタニシ	2 日間	LC50	MOR	7500
				<i>Corbicula manilensis</i>	(シジミ科)	1 日間	EC50	MOR	2100
				<i>Eliptio complanata</i>	(インガイ科)	4 日間	LC50	MOR	118000
				<i>Indoplanorbis exustus</i>	インドヒラマキガイ	2 日間	LC50	MOR	7000
		<i>Lymnaea stagnalis</i>		ヨーロッパモノアラガイ	4 - 33 日間	LC50/EC50	MOR/REP	0.38 - 42	
		<i>Physella acuta</i>		サカマキガイ	2 日間	LC50	MOR	4800	
		<i>Semisulcospira libertina</i>		カワニナ	2 日間	LC50	MOR	5800	

\*1: エンドポイントの略号

BMAS	Biomass: 生物量	HTCH	Hatchability: ふ化率	POP	Population Abundance: 個体群の変化
DVP	Development: 発達	IMBL	Immobility: 遊泳阻害	PGRT	Population Growth Rate: 個体群の生長速度
GRO	Growth (General): 成長・生長	MATR	Maturity: 性成熟	SMP	Symptoms: 毒性症状
GROL	Growth (Length): 成長(体長)	MFM	Marformation: 奇形	SURV	Survival: 生残率
GROW	Growth (Weight): 成長(体重)	MOR	Mortality: 死亡率	FERZ	Fertilization: 受精率
GRRT	Growth rate: 生長速度	REP	Reproduction: 再生産	IMPS	Imposex (intersex): インボセックス、間性

参考資料 2(8) 防汚物質の毒性データ

(17) トリブチルスズ(つづき)

毒性区分	生物種		エンドポイント*1			毒性値 (ug/L) (最小) - (最大)					
	(生息)	(分類)	(学名)	(和名)	(曝露期間)		(影響指標)	(測定指標)			
慢性	海水	藻類	<i>Bellerochea polymorpha</i>	(珪藻類)	2 日間	EC50	POP	340			
			<i>Dunaliella tertiolecta</i>	(緑藻類)	8 日間	EC50	GRO	4.53			
			<i>Macrocystis pyrifera</i>	ジャイアントケルブ	2 日間	EC50	GROL/REP	11 - 13.692			
			<i>Nitzschia sp.</i>	(珪藻類)	8 日間	EC50	GRO	1.19			
			<i>Phaeodactylum tricoratum</i>	(珪藻類)	3 日間	EC50	POP	0.83			
			<i>Porphyra yezoensis</i>	スサビノリ	6 日間	EC50	POP	4			
			<i>Skeletonema costatum</i>	(珪藻類)	3 日間	EC50	POP/GRO	0.33 - 330			
			<i>Thalassiosira guillardii</i>	(珪藻類)	3 日間	EC50	GRO	0.97			
			甲殻	<i>Acartia tonsa</i>	(カイアシ類)	4 - 6 日間	LC50	MOR	0.55 - 1		
				<i>Americamysis bahia</i>	(アミ類)	4 日間	LC50	MOR	3.2		
				<i>Balanus amphitrite</i>	タテジマフジツボ	1 日間	LC50	MOR	300		
				<i>Metamysidopsis elongata</i>	(アミ類)	6 日間	LC50	MOR	1		
				<i>Nitocra spinipes</i>	(ソコムジコ類)	4 日間	LC50	MOR	2		
				<i>Palaemonetes pugio</i>	(テナガエビ類)	4 日間	LC50	MOR	4.07 - 31.41		
				<i>Penaeus duorarum</i>	ピンクシュリンプ	4 日間	LC50	MOR	11		
		<i>Penaeus japonicus</i>		クルマエビ	1 - 4 日間	LC50	MOR	5.3 - 370			
		<i>Rhithropanopeus harrisi</i>		ミナトオオギガニ	12 日間	LC50	MOR	4.6			
		<i>Uca pugilator</i>		(シオマネキ類)	2 日間	LC50	MOR	7300			
		魚類		<i>Alburnus alburnus</i>	カワムツ	4 日間	LC50	MOR	15		
				<i>Citharichthys stigmmaeus</i>	(メダマビラメ属)	14 日間	LC50	MOR	7		
			<i>Cyprinodon variegatus</i>	シーブスヘッドミノ	4 - 21 日間	LC50	MOR	1.7 - 16			
			<i>Fundulus heteroclitus</i>	マミチヨグ	4 日間	LC50	MOR	17.2 - 24			
			<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	チヌークサーモン	4 日間	LC50	MOR	1.5			
			貝類	<i>Crassostrea gigas</i>	マガキ	1 - 2 日間	LC50/EC50	MOR/DVP	3 - 35		
		<i>Crassostrea virginica</i>		アメリカガキ	2 - 4 日間	LC50/EC50	MOR/DVP	0.9 - >560,000			
		<i>Mercenaria mercenaria</i>		ホンビノスガイ	2 - 25 日間	LC50	MOR	1 - 7.5			
		<i>Mytilopsis sallei</i>		イガイダマシ	4 - 28 日間	LC50	MOR	13 - 53			
		<i>Mytilus edulis</i>		ムラサキイガイ	10 日間	LC50	MOR	8			
		<i>Nassarius obsoletus</i>		(ムシロガイ科)	64 日間	LC50	MOR	7.5			
		<i>Nucella lapillus</i>		ヨーロッパチヂミボラ	4 日間	LC50	MOR	72.74			
		<i>Perna viridis</i>		ミドリイガイ	4 - 28 日間	LC50	MOR	0.28 - 4.8			
		<i>Protothaca staminea</i>		(二枚貝)	13 日間	LC50	MOR	110			
		<i>Saccostrea cucullata</i>		(カキ類)	4 - 28 日間	LC50	MOR	10 - 25			
		<i>Scrobicularia plana</i>		サギガイモドキ	2 - 30 日間	LC50/EC50	MOR/GRO	<0.178 - 1.3			
		棘皮		<i>Dendroaster excentricus</i>	(カンバン類)	1.3 時間	EC50	FERZ	0.465		
		環形		<i>Neanthes arenaceodentata</i>	(ゴカイ類)	4 日間	LC50	MOR	7 - 20		
		慢性		淡水	藻類	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	(緑藻類)	12 日間	(LOEC)	POP	1
					甲殻	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	21 日間	NOEC	REP	0.16
					魚類	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス	21 日間	(LOEC)	GRO	0.41
					<i>Poecilia reticulata</i>	グッピー	91 日間	NOEC	GRO	0.32	
			海水		藻類	<i>Macrocystis pyrifera</i>	ジャイアントケルブ	2 日間	NOEC	REP/GROL	2.337 - 5.6
					甲殻	<i>Acartia tonsa</i>	(カイアシ類)	5 日間	(LOEC)	REP	0.01
						<i>Balanus amphitrite</i>	タテジマフジツボ	28 日間	(LC0)	MOR	0.56
						<i>Homarus americanus</i>	アメリカンロブスター	24 日間	(LC0)	MOR	20
					魚類	<i>Cyprinodon variegatus</i>	シーブスヘッドミノ	163 日間	(NOEC)	REP	0.41
貝類	<i>Crassostrea gigas</i>				マガキ	1 - 28 日間	NOEC/LOEC	DVP/GRO	0.005 - 1.8		
	<i>Mytilus edulis</i>			ムラサキイガイ	22 日間	(NOEC)	GRO	0.1			
	<i>Nassarius obsoletus</i>			(ムシロガイ科)	64 日間	EC10	GRO	4.5			
	<i>Nucella lapillus</i>			ヨーロッパチヂミボラ	5 - 365 日間	NOEC/LOEC	IMPS/GROL/MOR	0.0027 - 0.108			
	<i>Saccostrea commercialis</i>			(カキ類)	28 日間	(LOEC)	GRO	0.005			
	<i>Scrobicularia plana</i>		サギガイモドキ	2 - 30 日間	NOEC/LOEC	HTCH/GRO	0.069 - 0.05				
棘皮	<i>Dendroaster excentricus</i>		(カンバン類)	1.3 時間	NOEC	FERZ	0.21				
環形	<i>Hydroides elegans</i>		カザネカンザシゴカイ	28 日間	(LC0)	MOR	0.56				

\*1: エンドポイントの略号

BMAS	Biomass: 生物量	HTCH	Hatchability: ふ化率	POP	Population Abundance: 個体群の変化
DVP	Development: 発達	IMBL	Immobility: 遊泳阻害	PGRT	Population Growth Rate: 個体群の生長速度
GRO	Growth (General): 成長・生長	MATR	Maturity: 性成熟	SMP	Symptoms: 毒性症状
GROL	Growth (Length): 成長(身長)	MFM	Marformation: 奇形	SURV	Survival: 生残率
GROW	Growth (Weight): 成長(体重)	MOR	Mortality: 死亡率	FERZ	Fertilization: 受精率
GRRT	Growth rate: 生長速度	REP	Reproduction: 再生産	IMPS	Imposex (intersex): インボセックス、間性

参考資料 3(1) 防汚物質の生物群ごとの最小毒性値

物質名 (CAS No)	毒性 区分	生物種			最小毒性値 (ug/L)
メチルチラム (137-26-8)	急性	淡水	藻類	<i>Scenedesmus subspicatus</i>	<100
			甲殻	<i>Gammarus pulex</i>	60
			魚類	<i>Cyprinus carpio</i>	0.3
		海水	藻類	<i>Americamysis bahia</i>	3.36
			軟体	<i>Crassostrea gigas</i>	4.7
	慢性	淡水	甲殻	<i>Daphnia magna</i>	8
		魚類	<i>Danio rerio</i>	0.32	
ジラム (137-30-4)	急性	淡水	藻類	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	67
			甲殻	<i>Daphnia magna</i>	16
			魚類	<i>Pimephales promelas</i>	8
			軟体	<i>Physella acuta</i>	550
	慢性	淡水	甲殻	<i>Daphnia magna</i>	11
			魚類	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	1.8
		軟体	<i>Biomphalaria glabrata</i>	300	
ジウロン (330-54-1)	急性	淡水	藻類	<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	1.3
			甲殻	<i>Gammarus fasciatus</i>	160
			魚類	<i>Morone saxatilis</i>	500
			軟体	<i>Lymnaea sp.</i>	15300
		海水	藻類	<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	10
			甲殻	<i>Americamysis bahia</i>	1100
			魚類	<i>Mugil curema</i>	6300
			軟体	<i>Crassostrea virginica</i>	1800
	慢性	淡水	藻類	<i>Scenedesmus subspicatus</i>	7
			甲殻	<i>Hyalella azteca</i>	60
			魚類	<i>Pimephales promelas</i>	33
			軟体	<i>Physa gyrina</i>	13400
	海水	藻類	<i>Gracilaria tenuistipitata</i>	1.3	
魚類		<i>Cyprinodon variegatus</i>	1700		
トリフルアニド (731-27-1)	急性	淡水	藻類	<i>Scenedesmus subspicatus</i>	>1000
			甲殻	<i>Daphnia magna</i>	190
			魚類	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	16
	慢性	淡水	甲殻	<i>Daphnia magna</i>	61
			魚類	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	44
PK (971-66-4)	急性	淡水	魚類	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	140
		海水	藻類	<i>Skeletonema costatum</i>	2.2
			甲殻	<i>Tigriopus japonicus</i>	16
	慢性	淡水	魚類	<i>Pagrus major</i>	242
			魚類	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	42
ジクロフルアニド (1085-98-9)	急性	淡水	藻類	<i>Scenedesmus subspicatus</i>	>1000
			甲殻	<i>Daphnia magna</i>	420
			魚類	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	10
			軟体	<i>Semisulcospira libertina</i>	4800
		海水	魚類	<i>Leiostomus xanthurus</i>	32
			軟体	<i>Crassostrea virginica</i>	59
	慢性	淡水	藻類	<i>Scenedesmus subspicatus</i>	1000
			甲殻	<i>Daphnia magna</i>	2.7
		魚類	<i>Pimephales promelas</i>	4.1	
チオシアン酸第一銅 (1111-67-7)	急性	淡水	甲殻	<i>Daphnia magna</i>	20
			魚類	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	31
		海水	甲殻	<i>Crangon crangon</i>	>1000
			魚類	<i>Pleuronectes platessa</i>	9.6
亜酸化銅 (1317-39-1)	急性	淡水	藻類	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	60
			甲殻	<i>Daphnia similis</i>	42
			魚類	<i>Danio rerio</i>	75
			軟体	<i>Biomphalaria glabrata</i>	179
		海水	甲殻	<i>Balanus improvisus</i>	20
			魚類	<i>Cyprinodon variegatus</i>	>173

参考資料 3(2) 防汚物質の生物群ごとの最小毒性値

物質名 (CAS No)	毒性 区分	生物種		最小毒性値 (ug/L)	
プチルチラム (1634-02-2)	急性	淡水	藻類	<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	>10000
			甲殻	<i>Daphnia magna</i>	560
			魚類	<i>Poecilia reticulata</i>	>10000
クロロタニル (1897-45-6)	急性	淡水	藻類	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	6.8
			甲殻	<i>Astacopsis gouldi</i>	3.6
			魚類	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	7.6
			軟体	<i>Mytilus edulis</i>	8.8
		海水	藻類	<i>Dunaliella tertiolecta</i>	64
			甲殻	<i>Amphiascus tenuiremis</i>	26.7
			魚類	<i>Cyprinodon variegatus (他2種)</i>	32
			棘皮	<i>Paracentrotus lividus</i>	6.6
			軟体	<i>Crassostrea virginica</i>	3.6
	慢性	淡水	原素	<i>Ciona intestinalis</i>	33
			藻類	<i>Scenedesmus subspicatus</i>	60
			甲殻	<i>Paratya australiensis</i>	0.17
		海水	魚類	<i>Oryzias latipes</i>	0.06
			藻類	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	1
			甲殻	<i>Amphiascus tenuiremis</i>	23.5
ジネブ (12122-67-7)	急性	淡水	棘皮	<i>Paracentrotus lividus</i>	0.27
			軟体	<i>Mytilus edulis</i>	8.5
			原素	<i>Ciona intestinalis</i>	3.2
			藻類	<i>Scenedesmus acutus acutus</i>	509.9
		海水	甲殻	<i>Daphnia magna</i>	200
			魚類	<i>Poecilia reticulata</i>	7200
			軟体	<i>Indoplanorbis exustus (他2種)</i>	>100000
	慢性	淡水	軟体	<i>Crassostrea virginica</i>	>1000
			甲殻	<i>Daphnia magna</i>	89
			魚類	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	32
		海水	魚類	<i>Oryzias latipes</i>	49000
			藻類	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	28
			甲殻	<i>Daphnia magna</i>	3.6
			魚類	<i>Pimephales promelas</i>	2.6
			甲殻	<i>Americamysis bahia</i>	4.7
慢性	淡水	魚類	<i>Cyprinodon variegatus</i>	400	
		軟体	<i>Crassostrea virginica</i>	22	
		藻類	<i>Selenastrum capricornutum</i>	7.8	
	海水	甲殻	<i>Daphnia magna</i>	1.1	
		魚類	<i>Pimephales promelas</i>	1.1	
		甲殻	<i>Mysidopsis bahia</i>	1.6	
		魚類	<i>Cyprinodon variegatus</i>	200	
		軟体	<i>Crassostrea virginica</i>	10	
		藻類	<i>Skeletonema costatum</i>	0.8	
銅ピリチオン (14915-37-8)	急性	淡水	甲殻	<i>Daphnia magna</i>	6.5
			魚類	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	2.9
			藻類	<i>Skeletonema costatum</i>	0.8
		海水	甲殻	<i>Heptacarpus futillirostris</i>	2.5
			魚類	<i>Fundulus heteloclitus</i>	7.7
			棘皮	<i>Pseudocentrotus depressus</i>	1.3
			藻類	<i>Scenedesmus subspicatus</i>	10
			甲殻	<i>Daphnia magna</i>	3.5
			魚類	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	1.2
	慢性	淡水	藻類	<i>Scenedesmus subspicatus</i>	10
			甲殻	<i>Daphnia magna</i>	3.5
			魚類	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	1.2
		海水	藻類	<i>Skeletonema costatum</i>	0.25
			棘皮	<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i>	1

参考資料 3(3) 防汚物質の生物群ごとの最小毒性値

物質名 (CAS No)	毒性 区分	生物種		最小毒性値 (ug/L)		
イルガロール (28159-98-0)	急性	淡水	藻類	<i>Navicula pelliculosa</i>	0.1	
			甲殻	<i>Daphnia magna</i>	5300	
			魚類	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	750	
		海水	藻類	<i>Skeletonema costatum</i>	0.4	
			甲殻	<i>Mysidopsis bahia</i>	40	
			魚類	<i>Menidia beryllina</i>	1580	
	慢性	淡水	藻類	<i>Chlorella fusca vacuolata</i>	0.51	
		魚類	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	4.0		
Sea-nine 211 (64359-81-5)	急性	淡水	藻類	<i>Selenastrum capricornutum</i>	32	
			甲殻	<i>Daphnia magna</i>	5.2	
			魚類	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	2.7	
		海水	藻類	<i>Skeletonema costatum</i>	13.9	
			甲殻	<i>Americamysis bahia (他1種)</i>	4.7	
			魚類	<i>Pagrus major</i>	5.2	
			貝類	<i>Mytilus edulis</i>	2.7	
	慢性	淡水	藻類	<i>Chlorella fusca vacuolata</i>	27	
			甲殻	<i>Daphnia magna</i>	0.63	
		海水	魚類	<i>Cyprinodon variegatus</i>	6	
			貝類	<i>Crassostrea virginica</i>	10	
トリブチルスズ	急性	淡水	藻類	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	0.016	
			甲殻	<i>Daphnia magna</i>	1.67	
			魚類	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	1.0	
			軟体	<i>Biomphalaria glabrata</i>	0.10	
		海水	藻類	<i>Skeletonema costatum</i>	0.33	
			甲殻	<i>Acartia tonsa</i>	0.55	
			魚類	<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	1.5	
			棘皮	<i>Dendraster excentricus</i>	0.47	
			軟体	<i>Scrobicularia plana</i>	0.18	
			環形	<i>Neanthes arenaceodentata</i>	7	
		慢性	淡水	藻類	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	1
				甲殻	<i>Daphnia magna</i>	0.16
	魚類			<i>Oncorhynchus mykiss</i>	0.41	
	海水		藻類	<i>Macrocystis pyrifera</i>	2.3	
			甲殻	<i>Acartia tonsa</i>	0.01	
			魚類	<i>Cyprinodon variegatus</i>	0.41	
			軟体	<i>Nucella lapillus</i>	0.0027	
	棘皮	<i>Dendraster excentricus</i>	0.21			
	環形	<i>Hydroides elegans</i>	0.56			
モノブチルスズ	急性	淡水	藻類	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	59400	
			甲殻	<i>Daphnia magna</i>	25000	
			魚類	<i>Oryzias latipes</i>	38000	
ジブチルスズ	急性	淡水	藻類	<i>Scenedesmus obliquus</i>	40	
			甲殻	<i>Daphnia magna</i>	40	
			魚類	<i>Leuciscus idus</i>	600	
		海水	藻類	<i>Skeletonema costatum</i>	100	
			甲殻	<i>Artemia franciscana</i>	264000	
	慢性	淡水	藻類	<i>Scenedesmus subspicatus</i>	900	
			甲殻	<i>Daphnia magna</i>	15	
			魚類	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	40	
		魚類	<i>Cyprinodon variegatus</i>	450		



参考資料 4 MAM-PEC モデルによる PEC 推定での港湾レイアウト

(1) 横浜港

港内範囲：5400 x 2200 m (赤波線の範囲) 港外影響範囲：1000 x 1000 m



(港湾図は横浜市港湾局ホームページより引用)

(2) ロッテルダム港

港内範囲：20000 x 2000 m (赤波線の範囲) 港外影響範囲：2000 x 2000 m



(港湾図は Port of Rotterdam ホームページより引用)

参考資料 5 MAM-PEG モデルによる PEC 推定での防汚物質の溶出量入力値

CAS No.	物質名	溶出量 (g/day) *1		溶出速度 ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{day}$ ) *2	
		横浜港	ロッテルダム港	文献値	試算値
137-26-8	メチルチラム	6,238	47,877	-	4.81
137-30-4	ジラム	6,498	49,872	-	-
330-54-1	ジウロン	4,289	32,916	0.8 - 3.3	-
731-27-1	トリフルアニド	6,498	49,872	-	-
971-66-4	PK	6,498	49,872	-	-
1085-98-9	ジクロフルアニド	2,209	16,956	0.6 - 1.7	-
1111-67-7	チオシアン酸第一銅 (銅として)	25,992	199,488	10 - 20	-
		13,580	104,230	-	-
1317-39-1	亜酸化銅 (銅として)	51,984	398,976	10 - 40	-
		46,135	354,091	-	-
1634-02-2	ブチルチラム	6,498	49,872	-	-
1897-45-6	クロロタニル	6,758	51,867	-	5.16
12122-67-7	ジネブ	1,819	13,964	-	1.44
13108-52-6	Densil S-100	4,938	37,903	3.8	-
13167-25-4	IT-354	6,498	49,872	-	-
13463-41-7	亜鉛ピリチオン (亜鉛として)	5,939	45,583	3.3 - 4.57	-
		1,222	9,380	-	-
14915-37-8	銅ピリチオン	3,743	28,726	1.14 - 2.88	-
28159-98-0	イルガロール	20,793	159,590	2 - 16	-
64359-81-5	Sea-nine 211	6,498	49,872	0.1 - 5	-
	トリブチルスズ	2,469	18,951	1.9	-

\*1: 溶出量は浸漬船底面積に溶出速度（文献最高値または試算値）を乗じて算出した。

浸漬船底面積： 横浜港 129,959  $\text{m}^2/\text{day}$ 、ロッテルダム港 997,439  $\text{m}^2/\text{day}$

\*2: 文献値および試算値が得られなかった場合は、 $5\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{day}$ を溶出量の算出に用いた。





## 参考資料 7(1) PNEC 推定に適用したアセスメント係数

Data set	Assessment factor
Lowest short-term L(E)C50 from freshwater or saltwater representatives of three taxonomic groups (algae, crustaceans and fish) of three trophic levels	10,000 <sup>a)</sup>
Lowest short-term L(E)C50 from freshwater or saltwater representatives of three taxonomic groups (algae, crustaceans and fish) of three trophic levels, + two additional marine taxonomic groups (e.g. echinoderms, molluscs)	1000 <sup>b)</sup>
One long-term NOEC (from freshwater or saltwater crustacean reproduction or fish growth studies)	1000 <sup>b)</sup>
Two long-term NOECs from freshwater or saltwater species representing two trophic levels (algae and/or crustaceans and/or fish)	500 <sup>c)</sup>
Lowest long-term NOECs from three freshwater or saltwater species (normally algae and/or crustaceans and/or fish) representing three trophic levels	100 <sup>d)</sup>
Two long-term NOECs from freshwater or saltwater species representing two trophic levels (algae and/or crustaceans and/or fish) + one long-term NOEC from an additional marine taxonomic group (e.g. echinoderms, molluscs)	50
Lowest long-term NOECs from three freshwater or saltwater species (normally algae and/or crustaceans and/or fish) representing three trophic levels + two long-term NOECs from additional marine taxonomic groups (e.g. echinoderms, molluscs)	10

### Notes

Evidence for varying the assessment factor should in general include a consideration of the availability of data from a wider selection of species covering additional feeding strategies/ life forms/ taxonomic groups other than those represented by the algal, crustacean and fish species (such as echinoderms or molluscs). This is especially the case, where data are available for additional taxonomic groups representative of marine species. More specific recommendations as with regard to issues to consider in relation to the data available and the size and variation of the assessment factor are indicated below.

When substantiated evidence exists that the substances may be disrupting the endocrine system of mammals, birds, aquatic or other wildlife species, it should be considered whether the assessment factor would also be sufficient to protect against effects caused by such a mode of action, or whether an increase of the factor would be appropriate.

a)

The use of a factor of 10,000 on short-term toxicity data is a conservative and protective factor and is designed to ensure that substances with the potential to cause adverse effects are identified in the effects assessment. It assumes that each of the identified uncertainties described above makes a significant contribution to the overall uncertainty.

For any given substance there may be evidence that this is not so, or that one particular component of the uncertainty is more important than any other. In these circumstances it may be necessary to vary this factor. This variation may lead to a raised or lowered assessment factor depending on the evidence available. Except for substances with intermittent release, as defined in Section 2.3.3.4, under no circumstances should a factor lower than 1000 be used in deriving a PNEC<sub>water</sub> for saltwater from short-term toxicity data.

Evidence for varying the assessment factor could include one or more of the following:

- evidence from structurally similar compounds which may demonstrate that a higher or lower factor may be appropriate.
- knowledge of the mode of action as some substances by virtue of their structure may be known to act in a non-specific manner. A lower factor may therefore be considered. Equally a known specific mode of action may lead to a higher factor.
- the availability of data from a variety of species covering the taxonomic groups of the base set species across at least three trophic levels. In such a case the assessment factors may only be lowered if multiple data points are available for the most sensitive taxonomic group (i.e. the group showing acute toxicity more than 10 times lower than for the other groups).

There are cases where a complete short-term dataset even for freshwater algal, crustacean and fish species will not be available, for example for substances which are produced at < 1 t/a (notifications according to Annex VII B of Directive 92/32). In these situations, the only data may be short-term L(E)C50 data for Daphnia. In these exceptional cases, the PNEC should be calculated with a factor of 10,000.

Variation from an assessment factor of 10000 should be fully reported with accompanying evidence.

b)

An assessment factor of 1000 applies where data from a wider selection of species are available covering additional taxonomic groups (such as echinoderms or molluscs) other than those represented by algal, crustacean and fish species; if at least data are available for two additional taxonomic groups representative of marine species.

An assessment factor of 1000 applies to a single long-term NOEC (freshwater or saltwater crustacean or fish) if this NOEC was generated for the taxonomic group showing the lowest L(E)C50 in the short-term algal, crustacean or fish tests.

If the only available long-term NOEC is from a species which does not have the lowest L(E)C50 in the short-term tests, it cannot be regarded as protective of other more sensitive species using the assessment factors available. Thus, the effects assessment is based on the short-term data with an assessment factor of 10,000. However, normally the lowest PNEC should prevail.

An assessment factor of 1000 applies also to the lowest of the two long-term NOECs covering two trophic levels (freshwater or saltwater algae and/or crustacean and/or fish) when such NOECs have not been generated for the species showing the lowest L(E)C50 of the short-term tests.

This should not apply in cases where the acutely most sensitive species has an L(E)C50-value lower than the lowest NOEC value. In such cases the PNEC might be derived by applying an assessment factor of 1000 to the lowest L(E)C50 of the short-term tests.

c)

An assessment factor of 500 applies to the lowest of two NOECs covering two trophic levels (freshwater or saltwater algae and/or crustacean and/or fish) when such NOECs have been generated covering those trophic levels showing the lowest L(E)C50 in the short-term tests with these species. Consideration can be given to lowering this factor in the following circumstances:

- It may sometimes be possible to determine with a high probability that the most sensitive species covering fish, crustacea and algae has been examined, that is that a further longer-term NOEC from a third taxonomic group would not be lower than the data already available. In such circumstances an assessment factor of 100 would be justified;
- a reduced assessment factor (to 100 if only one short-term test, to 50 if two short-term tests on marine species are available) applied to the lowest NOEC from only two species may be appropriate where:
  - short-term tests for additional species representing marine taxonomic groups (for example echinoderms or molluscs) have been carried out and indicate that these are not the most sensitive group, and;
  - it has been determined with a high probability that long-term NOECs generated for these marine groups would not be lower than that already obtained. This is particularly important if the substance does not have the potential to bioaccumulate.

An assessment factor of 500 also applies to the lowest of three NOECs covering three trophic levels, when such NOECs have not been generated from the taxonomic group showing the lowest L(E)C50 in short-term tests. This should, however, not apply in the case where the acutely most sensitive species has an L(E)C50 value lower than the lowest NOEC value. In such cases the PNEC might be derived by applying an assessment factor of 1000 to the lowest L(E)C50 in the short-term tests.

d)

An assessment factor of 100 will be applied when longer-term toxicity NOECs are available from three freshwater or saltwater species (algae, crustaceans and fish) across three trophic levels.

The assessment factor may be reduced to a minimum of 10 in the following situations:

- where short-term tests for additional species representing marine taxonomic groups (for example echinoderms or molluscs) have been carried out and indicate that these are not the most sensitive group, and it has been determined with a high probability that long-term NOECs generated for these species would not be lower than that already obtained;
- where short-term tests for additional taxonomic groups (for example echinoderms or molluscs) have indicated that one of these is the most sensitive group acutely and a long-term test has been carried out for that species. This will only apply when it has been determined with a high probability that additional NOECs generated from other taxa will not be lower than the NOECs already available.

A factor of 10 cannot be decreased on the basis of laboratory studies only.

(Technical Guidance Document on Risk Assessment (European Commission, 2003) より引用)

参考資料 8 PEC/PNEC に基づく環境影響評価のフロー

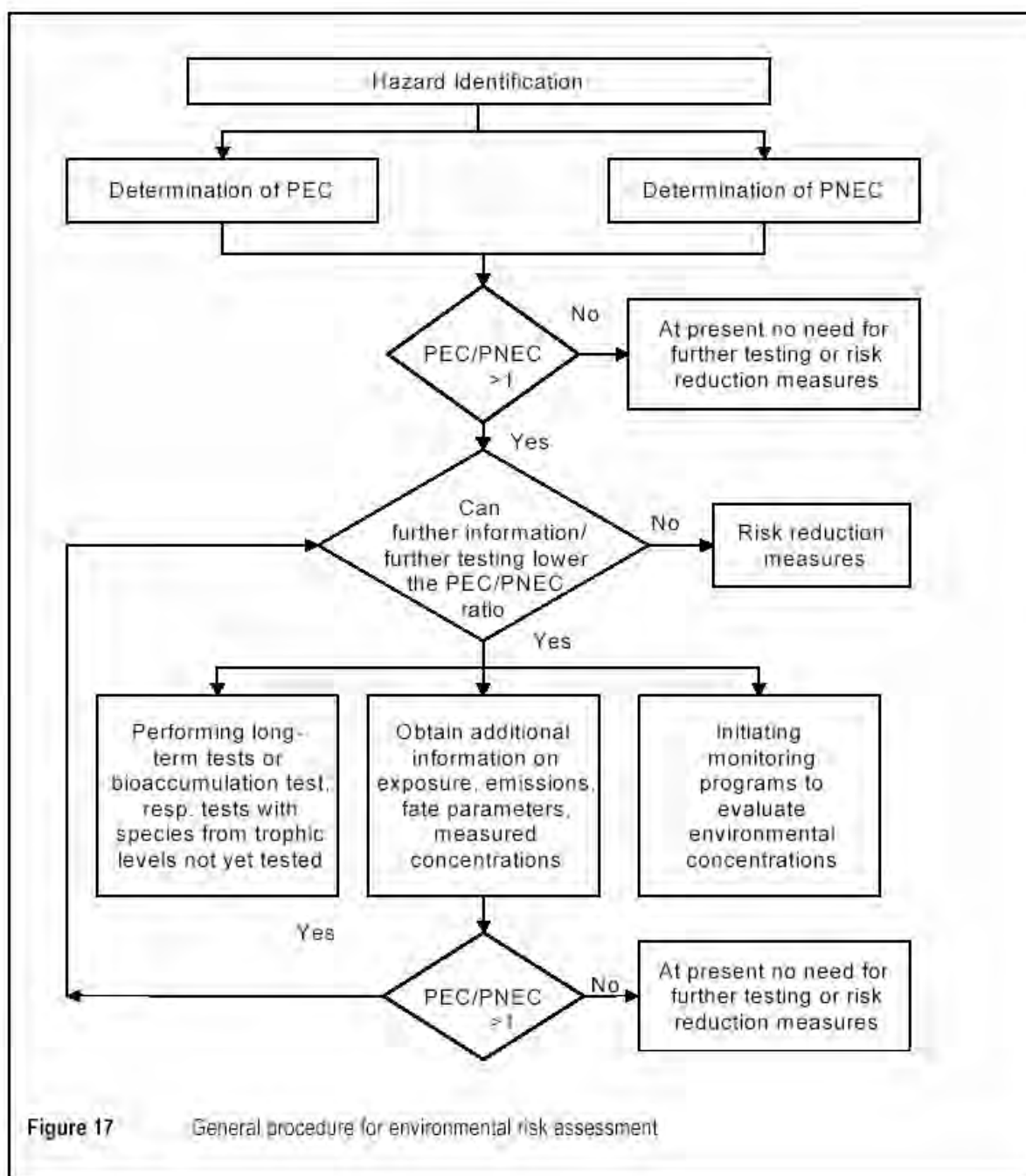


Figure 17 General procedure for environmental risk assessment

(Technical Guidance Document on Risk Assessment (European Commission, 2003)より引用)





## 資料編 2 (付着生物防除)

参考資料 1	聞き取り調査票.....	資-1
参考資料 2	船種別に整理した寄港地一覧.....	資-6



参考資料 1(1) 聞き取り調査票 (質問票)

船体付着生物の防止技術および除去技術についてお聞きします。

回答は、対象船舶ごとに「回答票」にご記入ください。対象船舶の調査隻数は以下の表に示すとおりです。

定期航路	船舶の種類		サイズ	調査隻数
日本/ペルシャ湾航路	原油タンカー		VLCC	2
日本/オーストラリア航路	バルクキャリアー	石炭専用船	パナマックス	1
		鉄鉱石専用船	ケープ	1
日本/北米西岸航路	コンテナ船		6,000TEU	2

なお、質問に関するお問い合わせについては、下記にお願いいたします。

株式会社 海洋生態研究所 大谷道夫

TEL (06) 6850-4767 FAX (06) 6850-4765 E-mail m-otani@marineco.co.jp

1. 対象船舶の大きさ、船齢等についてお聞きします

問1 対象船舶の総トン数(総トン)と重量トン(Mt)をお答えください。

問2 対象船舶の船齢をお答えください(年)。

2. 運航形態についてお聞きします

問3 過去1年間の積荷港と揚荷港をお答えください。

問4 通常の定期航海における巡航速度をお答えください(kt)。

問5 過去1年間における年間停泊日数(沖待ち、着岸別)と年間航海日数をお答えください(日)。年間停泊日数は、積荷地と揚荷地別に合計日数でお答えください。

3. 入渠時における付着生物の除去およびメンテナンスについてお聞きします(選択肢を示してある質問項目は該当番号を○で囲んでください。選択肢がない質問は具体的にお書きください)

問6 対象船舶の延べ入渠回数についてお答えください(回)。

問7 対象船舶における平均的な入渠間隔をお答えください(何年何ヶ月)。

問8 入渠時に船体に付着した付着生物の除去を行っていますか。部位別にお答えください。ただし、コンテナ船以外の船舶は、スラストトンネルについて、お答えいただく必要はありません。

- ・ 外板
- ・ スラストトンネル
- ・ 盤木があたる場所
- ・ ビルジキール
- ・ シーチェスト
- ・ 犠牲陽極(サクリフィシアルアノード)
- ・ 海水冷却系内部配管
- ・ その他

参考資料 1(2) 聞き取り調査票 (質問票)

4. 入渠時における防汚塗料の塗り替え時、当該船舶に塗布している船底塗料等の付着防止技術についてお答えください(選択肢を示してある質問項目は該当番号を○で囲んでください。選択肢がない質問は具体的にお書きください)

- 問9 入渠時に防汚塗料の塗り替え作業を行っていますか？  
問10 船体の部位によって塗り替えに使用する防汚塗料の種類を変えていますか？  
問11 問10で項目1を選んだ場合、塗料の種類は？(製品名)  
問12 問11で選んだ塗料を使用している理由は？(複数回答可)(問15へ)  
問13 問10で項目2を選んだ場合、部位ごとの種類は？(製品名)。  
問14 問13で選んだ塗料を使用している理由は？(複数回答可)(問15へ)  
問15 塗り替え作業にかかる総費用はどの程度でしょうか。概数をお答えください。

5. 当該船舶で採用している塗料以外の船体付着防止技術についてお答えください(選択肢を示してある質問項目は該当番号を○で囲んでください。選択肢がない質問は具体的にお書きください)

- 問16 防汚塗料以外に生物の付着を防止するために採用している技術はありますか？  
問17 以下の船体部位で採用している生物付着防止技術はどのようなものを採用していますか？ただし、コンテナ船以外の船舶は、スラスタートンネルについて、お答えいただく必要はありません。
- ・ シーチェスト
  - ・ スラスタートンネル
  - ・ 盤木があたるところ
  - ・ 犠牲陽極(サクリフィシアルアノード)
  - ・ 海水冷却系内部配管

6. 通常運航下(入渠と入渠の間)で行う船体付着生物除去技術についてお答えください(選択肢を示してある質問項目は該当番号を○で囲んでください。選択肢がない質問は具体的にお書きください)

- 問18 通常運航下、船体付着生物除去を行っていますか？  
問19 アンダーウォータークリーニング(錨泊・接岸時などにダイバーを海中へ入れて行う船体清掃)を行っていますか？  
問20 定期的にアンダーウォータークリーニングを行う場合の回数は？  
問21 アンダーウォータークリーニングを定期的に行わない場合、実施時期はどのように決めていますか。また前回実施時の出渠後経過期間は？(何ヶ月)  
問22 アンダーウォータークリーニングを実施している港はどこですか？  
問23 問22で選んだ港でアンダーウォータークリーニングを行う理由はなんですか？(複数回答可)  
問24 アンダーウォータークリーニングは港のどんな場所で行いますか？  
問25 アンダーウォータークリーニングを実施する船体部位はどこですか？(複数回答可)  
問26 問25で項目10を選んだ場合、プロペラポリッシュは単独で行うのでしょうか、他の場所のクリーニングと一緒に行うのでしょうか？(項目10を選ばなかった場合は問27へ)  
問27 アンダーウォータークリーニングで発生した除去物の処理はどうしていますか？  
問28 アンダーウォータークリーニングを行う総費用はどの程度でしょうか？

7. 最後に船体への生物付着を防止する上で現在行われている防止技術や除去技術などの課題や問題点に対するご意見がありましたら回答票(3)のご意見欄にお書きください。

アンケートに、ご協力ありがとうございました。

参考資料 1(3) 聞き取り調査票 (回答票)

調査対象船舶	北米西岸航路	コンテナ船	番号	1	船社名	株式会社商船三井	
問1	総トン数	総トン	重量トン数		Mt		
問2	年						
問3	積荷港						
	揚荷港						
問4	kt						
問5	年間停泊日数	積荷地	沖待ち	日	揚荷地	沖待ち	日
			着岸	日		着岸	日
	年間航海日数	日					
問6	回						
問7	年 月						
問8	外板	1. 毎回 2. 入渠 回に1回					
	スラストトンネル	1. 毎回 2. 入渠 回に1回					
	盤木があたる場所	1. 毎回 2. 入渠 回に1回					
	ビルジキール	1. 毎回 2. 入渠 回に1回					
	シーチェスト	1. 毎回 2. 入渠 回に1回					
	犠牲陽極 (サクリフィシアルアノード)	1. 毎回 2. 入渠 回に1回					
	海水冷却系内部配管	1. 毎回 2. 入渠 回に1回					
	その他の場所 (具体的に: )	1. 毎回 2. 入渠 回に1回					
問9	1. 毎回 2. 入渠 回に1回						
問10	1. 部位によって違う塗料を用いることはない (問11へ) 2. 部位によって違う塗料を用いている (問13へ)						
問11							
問12	1. 防汚効果が船体のどの部分でも高い 2. 材料費が安い 3. 環境に配慮 4. 船舶の運航形態 (具体的に: ) 5. その他 (具体的に: )						
問13	外板						
	スラストトンネル						
	ビルジキール						
	シーチェスト						
	舵にある隙間						
	その他の場所						

参考資料 1(4) 聞き取り調査票 (回答票)

問 14	外板	1. 防汚効果が高い 2. 材料費が安い 3. 環境に配慮 4. 船舶の運航形態 (具体的に: ) 5. その他 (具体的に: )
	スラスタートンネル	1. 防汚効果が高い 2. 材料費が安い 3. 環境に配慮 4. 船舶の運航形態 (具体的に: ) 5. その他 (具体的に: )
	ビルジキール	1. 防汚効果が高い 2. 材料費が安い 3. 環境に配慮 4. 船舶の運航形態 (具体的に: ) 5. その他 (具体的に: )
	シーチェスト	1. 防汚効果が高い 2. 材料費が安い 3. 環境に配慮 4. 船舶の運航形態 (具体的に: ) 5. その他 (具体的に: )
	舵にある隙間	1. 防汚効果が高い 2. 材料費が安い 3. 環境に配慮 4. 船舶の運航形態 (具体的に: ) 5. その他 (具体的に: )
	その他の場所	1. 防汚効果が高い 2. 材料費が安い 3. 環境に配慮 4. 船舶の運航形態 (具体的に: ) 5. その他 (具体的に: )
問 15	円	
問 16	1. ある 2. ない (問 17 は省略)	
問 17  (次ページへ続く)	シーチェスト	1. 電解液の注入を行っている 2. スチームパイプからのスチームの射出を行っている 3. シーチェストの角部に丸みをつけている 4. グレーチングのバーを角型から丸型に変えている 5. グレーチングに丁番を付けて水中でもメンテナンスができるようにしている 6. その他 (具体的に: ) 7. 特になし
	スラスタートンネル	1. トンネルの入り口の角部の面取りをしている 2. その他 (具体的に: ) 3. 特になし
	盤木があたる場所	1. ドックのたびに盤木があたる場所を変えている 2. その他 (具体的に: ) 3. 特になし

参考資料 1(5) 聞き取り調査票 (回答票)

問 17 続き	犠牲陽極 (サクリフィシ アルアノード)	1. 犠牲陽極を外板と同一平面になるように設置している 2. 犠牲陽極と外板の間に詰め物をして隙間を生じないようにしている 3. 船体に微弱電流を流している 4. その他 (具体的に: ) 5. 特になし
	海水冷却系内部配管	1. 電解液の注入を行っている 2. その他 (具体的に: ) 3. 特になし
問 18	1. はい      2. いいえ (ご意見欄へお進みください)	
問 19	1. 定期的に行っている (問 20 へ)    2. 不定期に行っている (問 21 へ)	
問 20	回/年	
問 21	実施時期の決め方: 前回実施時の出渠後経過期間:                      ヶ月	
問 22	1. 国内 (港名:                      )    2. 国外 (国名:                      港名:                      )	
問 23	1. サービスを行う業者がいる 2. バンカリングの時間を利用できる 3. アンダーウォータークリーニングに対して何ら規制を受けない 4. 費用が安い 5. その他 (具体的に:                      )	
問 24	1. 荷役岸壁 (またはシーバース)    2. 港内    3. 港外 4. その他 (具体的に:                      )	
問 25	1. 外板全体    2. スラスタートンネル    3. ビルジキール    4. シーチェストグレーチング 5. 海水注入・排出口    6. 犠牲陽極 (アノード)    7. スターンフレーム    8. ロープガード 9. 盤木があたるところ    10. プロペラ    11. 舵    12. その他 (                      )	
問 26	1. プロペラポリッシングを単独で行う    2. 他の場所のクリーニングと一緒に 3. 場合によって1と2のどちらのケースもある	
問 27	1. 陸揚げしている    2. 清掃業者に任せている    3. その他 (                      )	
問 28	円	
ご意見欄		

アンケートに、ご協力ありがとうございました

参考資料 2 船種別に整理した寄港地一覧

船種	国名	積荷港	揚荷港
原油タンカー	クエート	Mnal Al Ahmadi、Nina Saud、Al Kuwait	—
	サウジアラビア	Ras Tanura、Juaymay、Ras Al khafji	—
	カタール	Al Shaheen、Halul、Ras Laffan	—
	アラブ首長国連邦	Zirku、Jebel Dhanna、Das Island	—
	オマーン	Mina Al Fahal	—
	イラン	Kharg Island	—
	中国	—	Shuidong
	日本	—	室蘭、仙台、富山、横浜、四日市、水島、宇部、喜入
	韓国	—	Ulsan、Daesan、Yosu
石炭専用船	オーストラリア	Newcastle、Hay Point、Abbot Point、Port Kembla、Dalrymple Bay	—
	日本	—	相馬、常陸那珂、衣浦、七尾
鉄鉱石専用船	オーストラリア	Dampier、Gladstone、Newcastle	—
	日本	—	千葉、川崎、水島、福山
コンテナ船	オランダ	Rotterdam	
	ドイツ	Bremerhaven	
	イギリス	Felixstowe	
	イタリア	Genova	
	スペイン	Valencia	
	エジプト	Port Said	
	カナダ	Vancouver	
	アメリカ	New York、New Ark、Norfolk、Charleston、Miami、Savannah、Tacoma、Portland、Los Angeles、Oakland	
	メキシコ	Manzanillo	
	パナマ	Balboa	
	台湾	Kaohsiung	
	韓国	Pusan	
	中国	Yantian、Shanghai、Ningbo、Hong Kong、Shekou、Xiamen	
	タイ	Leam Chabang	
	シンガポール	Singapore、Pasir Panjang	
日本	東京、横浜、名古屋、神戸		



## 参考文献

### 第1章

#### (生物に関するもの)

- Cassé, F. and G. W. Swain 2006. The development of microfouling on four commercial antifouling coatings under static and dynamic immersion. *International Biodeterioration & Biodegradations*, 57: 179-185.
- Lewis, J. 1998. Marine biofouling and its prevention on underwater surfaces. *Materials Forum*, 22: 41-61
- Mitchell, R. and D. L. Kirchman. 1984. The microbial ecology of marine surfaces. In *Marine Biodeterioration: an interdisciplinary study*. J. D. Costlow and R. C. Tipper (eds.) Naval Institute Press, Annapolis, Maryland:
- Molino, P. J., S. Childs, M. R. Eason, J. M. Carey, M. A. Burgman and R. Wetherbee 2009. Development of the primary bacterial microfouling layer on antifouling and fouling release coatings in temperate and tropical environments in Eastern Australia. *Biofouling*, 25: 149-162.
- Pedersen, K. 1982. Factors regulating microbial biofilm development in a system with slowly flowing seawater. *Applied and Environmental Microbiology*, 44: 1196-1204.
- Susan H. 2005. Marine biofouling consequences seasonally, spatially and with depth. *Expro: The Oil & Gas Review*, 2: 1-2.
- 内海富士夫 1947. 船とフジツボ. 国民科学文庫. 日本出版社, 兵庫県: 124pp.
- Yebra, D. M., S. K. Kiil and C. E. Weinell 2006. Presence and effects of marine microbial biofilms on biocide-based antifouling paints. *Biofouling*, 22: 33-41.

#### (塗料に関するもの)

- 柴田清 2006. 船底塗料の環境対応. Vol. 57, No12.
- (社)日本塗料協会塗料と塗装. 1997. 10. 塗料と塗装 基礎知識.
- (社)日本塗料工業界. <http://www.toryo.or.jp/jp/anzen/imo/index.html>
- 中国塗料株式会社. 製品安全データシート. CMP バイオクリン HB ライトグレー.
- 中国塗料株式会社. 製品安全データシート. CMP バイオクリンフィニッシュライトグレー.
- 日本ペイントマリン株式会社. 化学物質等安全データシート. エコロシルク.
- 日本ペイントマリン株式会社. 化学物質等安全データシート. エコロシルク 600.

### 第2章

#### (環境影響評価)

- AMOG Consulting 2002. Hull fouling as a vector for the translocation of marine

- organisms. Phase 3, the significance of the prospective ban on tributyltin antifouling paints on the introduction & translocation of marine pests in Australia. Report No. 2.
- Australia Environmental Protection Authority 2002. Revised Environmental quality criteria reference document (Cockburn Sound). A supporting document to the draft environmental protection (Cockburn Sound) Policy 2002.
- Australian Pesticides & Veterinary Authority Medicin 2005. The reconsideration of approvals of the active constituent diuron. Registrations of products containing diuron and their associated labels, Preliminary review findings. Vol. 2, Technical Assessment Reports.
- Boon J., A. Baart, A. Markus, B. van Hattum 2008. Antifoulant model to predict environmental concentrations (MAMPEC V2.0).
- CEFAS 2004. UK national marine monitoring programme-second report (1999-2001).
- Danish Federal Environmental Agency 2004. Feasibility study for new eco-labels according to DIN EN ISO 14024 for select product groups. Sub-project 3: Biocide-free antifouling (AF) products. Research Report 201 95 311/03 UBA-FB 000698e.
- DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs, UK) 2003. Fate and bioavailability of antifouling paint booster biocides in harbour, dock and marina dredge material. Final Project Report.
- Environmental Protection Authority, 2002, Revised environmental quality criteria reference document (cockburn sound), A supporting document to the draft Environmental Protection (Cockburn Sound) Policy 2002.
- European Communities 2003. Technical guidance document on risk assessment, Part II, European Chemicals Bureau.
- European Union 2008. Voluntary risk assessment of copper, copper II sulphate pentahydrate, copper(I)oxide, copper(II)oxide, dicopper chloride trihydroxide, European Union Risk Assessment Report.
- Greater Wellington Regional Council 2006. Antifouling co-biocides in Wellington's coastal waters. <http://www.gw.govt.nz/section11.cfm>
- Government of the Hong Kong Special Administrative Region.  
<https://afcd.gov.hk/eindex.html>
- 環境省. 平成 16 年度(2004 年度)版 化学物質と環境.  
<http://www.env.go.jp/chemi/kurohon/http2004/index.html>
- Martinez K, I. Ferrer, M.D. Hernando, A.R. Fernandez, R.M. Marce, F. Borrull, D. Barcelo 2001. Occurrence of antifouling biocides in the Spanish Mediterranean marine environment. Environ. Technol. 22, 543-552.
- 中西準子, 堀口文男 2007. 詳細リスク評価書シリーズ 10 銅ピリチオン. 丸善株式会社. 176pp.
- Port of Rotterdam. <http://www.portofrotterdam.com>
- RIVM (National Institute for Public Health and the Environment, the Netherlands) 2007. Environmental risk limits for zinc.
- 千田哲也, 柴田清, 柴田俊明, 山口良隆, 宮田修, 菅澤忍, 高橋千織, 原正一, 森義明, 張野宏也 2005. 船底塗料用防汚物質の海水中挙動に関する研究. 海上技術安全研究

- 所報告, vol. 5, No.1.
- 社団法人日本塗料工業会. 船底防汚塗料(社)日本塗料工業会自主管理 登録品リスト  
<http://www.toryo.or.jp/jp/anzen/imo/index.html>
- Thomas K., V. Fileman, T.W. Readman, J. Waddock 2001. Antifouling paint booster biocides in the UK coastal environment and potential risks of biological effects. Mar. Pollut. Bull. 42, 677-688.
- 常政典貴, 馬部文恵, 中富光信, 山岡雄一郎, 小中ゆかり, 花尾香奈恵, 橋本和久, 尾川健, 上野博昭, 今村光徳, 岡村秀雄 2004, 広島湾北部における有機スズ代替船底防汚剤による海域の汚染状況について. 広島市衛研年報, 23, 74-80.
- U.S. Environmental Protection Agency. ECOTOX Database.  
<http://cfpub.epa.gov/ecotox/>
- U.S. Environmental Protection Agency 2004. National Recommended water quality criteria, Office of Water, Office of Science and Technology.
- Van Hattum, B. A. Baart, J. Boon 2006 Emission estimation and chemical fate modeling of antifoulants. Antifouling paint biocides, The handbook of environmental chemistry 5.0, Springer: 101-120
- Vetere V,F,, M,C, Perez, R, Romagnoli, M,E, Stupak, B, del Amo 1997. Solubility and toxic effect of the cuprous thiocyanate antifouling pigment on barnacle larvae, Journal of Coatings Technology, 69, 866, 39-45.
- Washington State Department of Ecology 2007. Dissolved copper concentrations in two Puget Sound Marinas. <http://www.ecy.wa.gov/biblio/0703037.htm>

#### (防汚物質の毒性に関する文献)

- DHI Water & Environment 2000. Ecotoxicological assessment of antifouling biocides and nonbiocidal antifouling paints.
- European Commission 2000. IUCLID Dataset, Dichlofluanid.
- European Commission 2000. IUCLID Dataset, Diuron.
- European Commission 2000. IUCLID Dataset, Thiram.
- European Commission 2000. IUCLID Dataset, Ziram.
- European Commission 2003. Revised assessment of the risks to health and the environment associated with the use of organostannic compounds (excluding use in antifouling paints). Final report (draft).
- EFSA 2005. Conclusion regarding the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance, diuron. EFSA Scientific Report 25, 1-58.
- EFSA 2005. Conclusion regarding the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance, tolylfluanid. EFSA Scientific Report 29, 1-76.
- Mochida K., K. Ito, H. Harino, A. Kakuno, K. Fujii 2006. Acute Toxicity of pyrithione antifouling biocides and joint toxicity with copper to red sea bream (*pagrus major*) and toy shrimp (*heptacarpus futilirostris*). Environmental Toxicology and Chemistry, 25, 11, 3058-3064.
- Okamura H., T. Watanabe I. Aoyama, M. Hasobe 2002. Toxicity evaluation of new antifouling compounds using suspension-cultured fish cells. Chemosphere, 46, 945-951.

- 社団法人日本塗料工業会 2004. 船底防汚剤, 塗料便覧 第8版. pp.228-257.
- Yamada, H 2007. Behaviour, occurrence, and aquatic toxicity of new antifouling biocides and preliminary assessment of risk to aquatic ecosystems. Bull. Fish. Res. Agen. 21, 31-45.
- 安井 久二 2004. 船底塗料用防汚剤をめぐって —トリブチルスズから代替化学物質へ—. 日本海洋生物研究所 年報, 54-67.

**(ECOTOX Database から毒性データを引用した文献)**

- Alabaster, J.S. 1976. Toxicity of Pesticides Used in Rice Culture in California to *Gambusia affinis* (Baird and Girard). Ph.D. Thesis, Univ. of California, Davis, CA, 31.
- Armstrong, D.A., D.V. Buchanan, and R.S. Caldwell 1969. Survival of Fish in 164 Herbicides, Insecticides, Fungicides, Wetting Agents and Miscellaneous Substances. Int. Pest Control 11(2), 29-35 (Author Communication Used).
- Arrhenius, A., T. Backhaus, F. Gronvall, M. Junghans, M. Scholze, and H. Blanck 1976. A Mycosis Caused by *Lagneidium* sp. in Laboratory-Reared Larvae of the Dungeness Crab, *Cancer magister*, and Possible Chemical Treatments. J. Invertebr. Pathol. 28, 329-336.
- Bailey, S.K., I.M. Davies, M.J.C. Harding, and A.M. Shanks 2006. Effects of Three Antifouling Agents on Algal Communities and Algal Reproduction: Mixture Toxicity Studies with TBT, Irgarol, and Sea-Nine. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 50(3), 335-345.
- Bailey, S.K., I.M. Davies, M.J.C. Harding, and A.M. Shanks 1991. Effects of Tributyltin Oxide on the Dogwhelk *Nucella lapillus* (L.). Fish. Res. Serv. Rep. Proj. No. P14/39/13/2, The Scottish Office Agric. and Fish. Dep. Mar. Lab., Aberdeen, Scotland, pp153.
- Beaumont, A.R., P.B. Newman, and J. Smith 1991. Effects of Tributyltin Oxide on the Dogwhelk *Nucella lapillus* (L.). Fish. Res. Serv. Rep. Proj. No. P14/39/13/2, The Scottish Office Agric. and Fish. Dep. Mar. Lab., Aberdeen, Scotland, pp153.
- Becker, E. 1992. Some Effects of Tributyltin from Anti-Fouling Paints on Early Development and Veliger Larvae of the Mussel *Mytilus edulis*. In: Proc. 9th Int. Malac. Congress, 55-63.
- Bednarz, T. 1992. Ableitung von Qualitätszielen zum Schutz Oberirdischer Binnengewasser für Organozinnverbindungen: Dibutylzinnverbindungen, Tetrabutylzinn, Tributylzinnverbindungen, Triphenylzinnverbindungen. Umweltbundesamt, Entwurf für den BLAK QZ, Stand 26.3. (OECDG Data File).
- Bejarano, A.C., G.T. Chandler, and A.W. Decho 1981. The Effect of Pesticides on the Growth of Green and Blue-Green Algae Cultures. Acta Hydrobiol. 23(2), 155-172.
- Bellas, J. 2005. Influence of Natural Dissolved Organic Matter (DOM) on Acute and Chronic Toxicity of the Pesticides Chlorothalonil, Chlorpyrifos and Fipronil on the Meiobenthic Estuarine Copepod *Amphiascus tenuiremis*. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 321(1), 43-57.
- Bluzat, R., O. Jonot, and J. Seuge 2006. Comparative Toxicity of Alternative Antifouling Biocides on Embryos and Larvae of Marine Invertebrates. Sci. Total

- Environ. 367(2/3), 573-585.
- Bond, C. E., R. H. Lewis, and J. L. Fryer 1982. Acute Toxicity of a Fungicide, Thiram (Dithiocarbamate) in the Freshwater Amphipodal Crustacean *Gammarus pulex*. Environ. Pollut. Ser. A 29(3), 225-233 (FRE) (ENG ABS).
- Brix, K. V., F. P. Sweeney, and R. D. Cardwell 1960. Toxicity of Various Herbicidal Materials to Fishes. In: C. M. Tarzwell (Ed.), Biological Problems in Water Pollution, Trans. 2nd Seminar, April 20-24, 1959, Tech. Rep. W60-3, U.S. Public Health Service, R. A. Taft Sanitary Eng. Ctr., Cincinnati, OH, 96-101.
- Brix, K. V., F. P. Sweeney, and R. D. Cardwell 1994. Procedures for Conducting Acute Toxicity Tests Using the Echinoderm Sperm Cell Test to Determine the Acute Toxicity of bis(Tributyltin) Oxide. Lab. Proj. No. 55-1807-05 (02A), Elf Atochem North America Inc., Philadelphia, PA, pp20.
- Bryan, G. W., P. E. Gibbs, L. G. Hummerstone, and G. R. Burt 1994. Procedures for Conducting Germination and Growth Tests to Determine the Acute Toxicity of bis(Tributyltin) Oxide to the Giant Kelp *Macrocystis pyrifera*. Lab. Proj. No. 55-1807-05 (02A), Elf Atochem North America Inc., Philadelphia, PA :25.
- Buccafusco, R. 1986. The Decline of the Gastropod *Nucella lapillus* Around South-West England: Evidence for the Effect of Tributyltin from Antifouling Paints. J. Mar. Biol. Assoc. U.K. 66, 611-640.
- Buccafusco, R. 1976. Acute Toxicity of Tri-N-Butyltin oxide to Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*), the Fresh Water Clam (*Elliptio complanatus*), the Common Mummichog (*Fundulus heteroclitus*) and the Eastern Oyster (*Crassostrea virginica*). U.S. EPA-OPP Registration Standard.
- Buccafusco, R., C. Stiefel, D. Sullivan, B. Robinson, and J. Maloney Jr. 1976. Acute Toxicity of Tri-N-Butyltin oxide to Bluegill (*Lepomis macrochirus*). U.S. EPA-OPP Registration Standard.
- Butler, P. A. 1978. Acute Toxicity of bis(Tri-n-Butyl-Tin) Oxide to Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*). U.S. EPA-OPP Registration Standard.
- Butler, P. A. 1964. Commercial Fishery Investigations. In: Pesticide-Wildlife Studies, 1963, U.S.D. I., Fish and Wildl. Serv., Circ. 199, 28 p. (Author Communication Used).
- Butler, P. A. 1965. Commercial Fishery Investigations. In: Effects of Pesticides on Fish and Wildl. Circ. 226, U.S.D. I., Washington, D.C. 65-77.
- Cain, J. R., and R. K. Cain 1963. Commercial Fisheries Investigations. Circ. No. 167, Fish Wildl. Serv., Washington, D.C. 11-25.
- Call, D. J., L. T. Brooke, R. J. Kent, M. L. Knuth, S. H. Poirier, J. M. Huot, and A. R. Lima 1983. The Effects of Selected Herbicides on Zygospore Germination and Growth of *Chlamydomonas moewusii* (Chlorophyceae, Volvocales). J. Phycol. 19, 301-305.
- Cheah, M. L., J. W. Avault Jr., and J. B. Graves 1987. Bromacil and Diuron Herbicides: Toxicity, Uptake, and Elimination in Freshwater Fish. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 16(5), 607-613.
- Christian, F. A., and T. M. Tate 1980. Acute Toxicity of Selected Rice Pesticides to Crayfish *Procambarus clarkii*. Prog. Fish-Cult. 42(3), 169-172.
- Clark, J. R., J. M. Patrick Jr., J. C. Moore, and E. M. Lores 1983. Toxicity of

- Fluometuron and Diuron on the Intermediate Snail Host (*Lymnea* spp.) of *Fasciola hepatica*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 30(5), 628-631.
- Clemens, H. P., and K. E. Sneed 1987. Waterborne and Sediment-Source Toxicities of Six Organic Chemicals to Grass Shrimp (*Palaemonetes pugio*) and Amphioxus (*Branchiostoma caribaeum*). *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 16(4), 401-407.
- Cope, O. B. 1959. Lethal Doses of Several Commercial Chemicals for Fingerling Channel Catfish. U. S. Fish. Wildl. Serv., Spec. Sci. Rep. - Fish No. 316, Washington, D. C. pp10 .
- Cope, O. B. 1965. Sport Fishery Investigations. In: Fish and Wildl. Serv. Cir. 226, Effects of Pesticides on Fish and Wildlife - 1964 Research Findings of the Fish and Wildlife Service, Washington, D. C., 51-63 (Publ in Part As 6797).
- Cramm, G. 1966. Contamination of the Freshwater Ecosystem by Pesticides. *J. Appl. Ecol.* 3, 33-44 (Publ in Part As 6797).
- Crosby, D. G., and R. K. Tucker 1979. Acute and Chronic Toxicity of Tributyltin oxide (TBT) to Sheepshead Minnows (*Cyprinodon variegatus*). U. S. EPA-OPP Registration Standard.
- Davies, P. E. 1966. Toxicity of Aquatic Herbicides to *Daphnia magna*. *Science* 154, 289-291.
- Davies, P. E., and R. W. G. White 1987. Physiological, Anatomic and Behavioural Changes in the Respiratory System of *Salmo gairdneri* Rich. on Acute and Chronic Exposure to Chlorothalonil. *Comp. Biochem. Physiol. C* 87(1), 113-119.
- Davies, P. E., and R. W. G. White 1985. The Toxicology and Metabolism of Chlorothalonil in Fish. I. Lethal Levels for *Salmo gairdneri*, *Galaxias maculatus*, *G. truttaceus* and *G. auratus*. *Aquat. Toxicol.* 7(1/2), 93-105.
- Davies, P. E., L. S. J. Cook, and D. Goenarso 1985. The Toxicology and Metabolism of Chlorothalonil in Fish. I. Lethal Levels for *Salmo gairdneri*, *Galaxias maculatus*, *G. truttaceus* and *G. auratus* and the Fate of <sup>14</sup>C-TCIN in *S. gairdneri*. *Aquat. Toxicol.* 7(1/2), 93-105.
- Davis, H. C., and H. Hidu 1994. Sublethal Responses to Pesticides of Several Species of Australian Freshwater Fish and Crustaceans and Rainbow Trout. *Environ. Toxicol. Chem.* 13(8), 1341-1354 (OECDG Data File).
- De Oliveira-Filho, E. C., R. M. Lopes, and F. J. R. Paumgartten 1969. Effects of Pesticides on Embryonic Development of Clams and Oysters and on Survival and Growth of the Larvae. *Fish. Bull.* 67(2), 393-404.
- De Souza, C. P., and E. Paulini 2004. Comparative Study on the Susceptibility of Freshwater Species to Copper-Based Pesticides. *Chemosphere* 56(4), 369-374.
- DeLorenzo, M. E., and L. Serrano 1970. Absorption of Molluscicides by Calcium Carbonate (Absorcao de Moluscicida pelo Carbonato de Calcio). *Rev. Bras. Malariol. Doencas Trop.* 21(4), 799-818 (POR) (ENG ABS).
- Di Delupis, G. D., P. M. B. Gucci, and L. Volterra 2003. Individual and Mixture Toxicity of Three Pesticides; Atrazine, Chlorpyrifos, and Chlorothalonil to the Marine Phytoplankton Species *Dunaliella tertiolecta*. *J. Environ. Sci. Health Part B* 38(5), 529-538.
- Ernst, W., K. Doe, P. Jonah, J. Young, G. Julien, and P. Hennigar 1987. Toxic Effects of bis-Tributyltin oxide on Phytoplankton. *Main Group Met. Chem.* 10(2),

77-82.

- Fargasova, A. 1991. The Toxicity of Chlorothalonil to Aquatic Fauna and the Impact of Its Operational Use on a Pond Ecosystem. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 21:1-9 / In: P. Chapman, F. Bishay, E. Power, K. Hall, L. Harding, D. McLeay (Eds.), *Proc. 17th Annual Aquatic Toxicity Workshop, Nov. 5-7, 1990, Vancouver, B. C., Can. Tech. Rep. Fish Aquat. Sci. No. 1774 1, 301-302.*
- Fargasova, A. 1997. Comparative Study of Ecotoxicological Effect of Triorganotin Compounds on Various Biological Subjects. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 36, 38-42.
- Fargasova, A. 1998. Comparison of Tributyltin Compound Effects on the Alga *Scenedesmus quadricauda* and the Benthic Organisms *Tubifex tubifex* and *Chironomus plumosus*. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 41(3), 222-230.
- Fargasova, A. 2002. Structure-Affected Algicidal Activity of Triorganotin Compounds. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 69(5), 756-762.
- Fernandez-Alba, A. R., M. D. Hernando, L. Piedra, and Y. Chisti 1997. The Effects of Organotin Compounds on Growth, Respiration Rate, and Chlorophyll a Content of *Scenedesmus quadricauda*. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 37, 193-198.
- Foster, R. B. 2002. Toxicity Evaluation of Single and Mixed Antifouling Biocides Measured with Acute Toxicity Bioassays. *Anal. Chim. Acta* 456(2), 303-312.
- Foster, S., M. Thomas, and W. Korth 1981. Use of Asiatic Clam Larvae in Aquatic Hazard Evaluations. In: J. M. Bates and C. I. Weber (Eds.), *Ecological Assessments of Effluent Impacts on Communities of Indigenous Aquatic Organisms, ASTM STP 730, Philadelphia, PA, 281-288.*
- Frear, D. E. H., and J. E. Boyd 1998. Laboratory-Derived Acute Toxicity of Selected Pesticides to *Ceriodaphnia dubia*. *Aust. J. Ecotoxicol.* 4(1), 53-59.
- Frick, L. P., and W. Q. DeJimenez 1967. Use of *Daphnia magna* for the Microbioassay of Pesticides. I. Development of Standardized Techniques for Rearing *Daphnia* and Preparation of Dosage-Mortality Curves for Pesticides. *J. Econ. Entomol.* 60(5), 1228-1236.
- Gallagher, E. P., A. T. Canada, and R. T. Di Giulio 1963. Egg Clutches as Against Individual Eggs of *Australorbis glabratus* as Test Units in Molluscicide Evaluation. *Bull. W. H. O.* 29, 286-287.
- Gallagher, E. P., R. C. Cattley, and R. T. DiGiulio 1992. The Protective Role of Glutathione in Chlorothalonil-Induced Toxicity to Channel Catfish. *Aquat. Toxicol.* 23(3/4), 155-168.
- Geiger, D. L., L. T. Brooke, and D. J. Call 1992. The Acute Toxicity and Sublethal Effects of Chlorothalonil in Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*). *Chemosphere* 24(1), 3-10.
- Geiger, D. L., S. H. Poirier, L. T. Brooke, and D. J. Call 1990. Acute Toxicities of Organic Chemicals to Fathead Minnows (*Pimephales promelas*), Volume 5. *Ctr. for Lake Superior Environ. Stud., Univ. of Wisconsin-Superior, Superior, WI, 332 p.*
- Greene, M. W., and R. M. Kocan 1986. Acute Toxicities of Organic Chemicals to Fathead Minnows (*Pimephales promelas*) Volume III. *Ctr. for Lake Superior Environ. Stud., Univ. of Wisconsin-Superior, Superior, WI, 328.*
- Grinwis, G. C. M., A. Boonstra, E. J. Van den Brandhof, J. A. M. Dormans, M. Engelsma, and R. V. Kuiper. 1997. Toxicological Mechanisms of a Multicomponent Agricultural

- Seed Protectant in the Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Fathead Minnow (*Pimephales promelas*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54, 1387-1390.
- Grossmann, K., R. Berghaus, and G. Retzlaff 1998. Short-Term Toxicity of Bis(tri-n-butyltin)Oxide in Flounder (*Platichthys flesus*): Pathology and Immune Function. *Aquat. Toxicol.* 42(1), 15-36.
- Haglund, K., M. Bjorklund, S. Gunnare, A. Sandberg, U. Olander, and M. Pedersen 1992. Heterotrophic Plant Cell Suspension Cultures for Monitoring Biological Activity in Agrochemical Research. Comparison with Screens Using Algae, Germinating Seeds and Whole Plants. *Pestic. Sci.* 35(3), 283-289.
- Harding, M. J. C., S. K. Bailey, and I. M. Davies 1996. New Method for Toxicity Assessment in Marine and Brackish Environments Using the Macroalga *Gracilaria tenuistipitata* (Gracilariales, Rhodophyta). *Hydrobiologia* 326/327, 317-325.
- Hashimoto, Y., and Y. Nishiuchi 1996. Effects of TBT on the Reproductive Success of the Dogwhelk, *Nucella lapillus*. Napier Univ. of Edinburgh and The Scottish Off. Agric., Environ. & Fish Dep., Aberdeen, Scotland, pp75.
- Heitmuller, T. 1981. Establishment of Bioassay Methods for the Evaluation of Acute Toxicity of Pesticides to Aquatic Organisms. *J. Pestic. Sci.* 6(2), 257-264 (JPN) (ENG ABS).
- Hollister, T. 1977. Toxicity of Tri-N-Butyltin oxide (TBT0) to Pink Shrimp (*Penaeus duorarum*). U.S. EPA-OPP Registration Standard.
- Hughes, J. S. 1977. Toxicity of Tri-n-Butyltin oxide (TBT0) to Embryos of Eastern Oysters (*Crassostrea virginica*). U.S. EPA-OPP Registration Standard.
- Johansen, K., and F. Mohlenberg 1973. Acute Toxicity of Thirty Chemicals to Striped Bass (*Morone saxatilis*). *La. Dep. Wildl. Fish.* 318-343-2417, pp15. (Used 963 As Reference).
- Jouany, J. M., R. Truhaut, P. Vasseur, D. Klein, J. F. Ferard, and P. Deschamps 1987. Impairment of Egg Production in *Acartia tonsa* Exposed to Tributyltin Oxide. *Ophelia* 27(2), 137-141.
- Karande, A. A., and S. S. Ganti 1985. An Example of Interaction between Environmental Pollutants: Modification of Thiram Toxicity to Freshwater Organisms by Nitrites or Nitrates in. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 9(3), 327-338.
- Karande, A. A., and S. S. Ganti 1994. Laboratory Assays of Tributyltin Toxicity to Some Common Marine Organisms. In: M. F. Thompson, R. Nagabhushanam, R. Sarojini, and M. Fingerman (Eds.), *Recent Developments in Biofouling Control*, Oxford and IBH, New Delhi, India, 115-123 (Publ in Part As 13603).
- Karande, A. A., S. S. Ganti, and M. Udhayakumar 1994. Laboratory Assays of Tributyltin Toxicity to Some Common Marine Organisms. In: M. F. Thompson, R. Nagabhushanam, R. Sarojini, and M. Fingerman (Eds.), *Recent Developments in Biofouling Control*, Oxford and IBH, New Delhi, India :115-123 (Publ in Part As 13603).
- Kawamata, M., K. Kon-Ya, and W. Miki 1993. Toxicity of Tributyltin to Some Bivalve Species. *Indian J. Mar. Sci.* 22(2), 153-154.
- Khan, A. T., J. S. Weis, C. E. Saharig, and A. E. Polo 1994. Trigonelline, an Antifouling Substance Isolated from an Octocoral *dendronephthya* sp. *Fish. Sci.* 60(4), 485-486.



- Kikuchi, M. 1993. Effect of Tributyltin on Mortality and Telson Regeneration of Grass Shrimp, *Palaemonetes pugio*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 50(1), 152-157.
- Kikuchi, M., T. Miyagaki, and M. Wakabayashi 1993. Toxicity Evaluation of Selected Pesticides Used in Golf Links by Algal Growth Inhibition Test. *J. Jpn. Soc. Water Environ.* 16(10), 704-710 (JPN) (ENG ABS).
- Knapek, R., and S. Lakota 1996. Evaluation of Pesticides Used in Golf Links by Acute Toxicity Test on Rainbow Trout. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. (Nippon Suisan Gakkaishi)* 62(3), 414-419 (JPN) (ENG ABS).
- Koryakova, M. D., and O. M. Korn 1974. Biological Testing to Determine Toxic Effects of Pesticides in Water. (Einige Biotests zur Untersuchung der Toxischen Wirkung von Pestiziden im Wasser). *Tagungsber. Akad. Landwirtschaftswiss. D. D. R.* 126, 105-109 (GER) (ENG ABS) (1977) (Author Communication Used).
- Kuehn, R., and M. Pattard 1993. Using Barnacle Larvae for Evaluation of the Toxicity of Antifouling Paint Compounds. *Russ. J. Mar. Biol.* 19(3), 212-216.
- Kuehn, R., M. Pattard, K.D. Pernak, and A. Winter 1990. Results of the Harmful Effects of Water Pollutants to Green Algae (*Scenedesmus subspicatus*) in the Cell Multiplication Inhibition Test. *Water Res.* 24(1), 31-38 (OECDG Data File).
- Laughlin, R. B. J., and W. J. French 1989. Results of the Harmful Effects of Water Pollutants to *Daphnia magna* in the 21 Day Reproduction Test. *Water Res.* 23(4), 501-510 (OECDG Data File).
- Laughlin, R. B. J., R. G. Gustafson, and P. Pendoley 1980. Comparative Study of the Acute Toxicity of a Homologous Series of Trialkyltins to Larval Shore Crabs *Hemigrapsus nudus*, and Lobster, *Homarus americanus*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 25(5), 802-809.
- Laughlin, R. B. J., W. French, R. B. Johannesen, H. E. Guard, and F. E. Brinckman 1989. Acute Toxicity of Tributyltin (TBT) to Early Life History Stages of the Hard Shell Clam, *Mercenaria mercenaria*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 42(3), 352-358.
- LeBlanc, G. 1984. Predicting Toxicity Using Computed Molecular Topologies: The Example of Triorganotin Compounds. *Chemosphere* 13(4), 575-584.
- Lignot, J. H., F. Pannier, J. P. Trilles, and G. Charmantier 1976. Acute Toxicity of Tributyltin Oxide to *Daphnia magna*. U. S. EPA-OPP Registration Standard.
- Linden, E., B. E. Bengtsson, O. Svanberg, and G. Sundstrom 1998. Effects of Tributyltin Oxide on Survival and Osmoregulation of the Shrimp *Penaeus japonicus* (Crustacea, Decapoda). *Aquat. Toxicol.* 41(4), 277-299.
- Liong, P. C., W. P. Hamzah, and V. Murugan 1979. The Acute Toxicity of 78 Chemicals and Pesticide Formulations Against Two Brackish Water Organisms, the Bleak (*Alburnus alburnus*) and the Harpacticoid *Nitocra spinipes*. *Chemosphere* 8(11/12), 843-851 (Author Communication Used) (OECDG Data File).
- Lowe, J. I. 1988. Toxicity of Some Pesticides Towards Freshwater Fishes. *Fish. Bull. Dep. Fish. (Malays.)* 57, pp13.
- Ma, J. 1965. Results of Toxicity Tests with Fishes and Macroinvertebrates. Unpublished Data, Data Sheets Available from U. S. EPA Res. Lab., Gulf Breeze, FL, pp81.
- Ma, J., F. Lin, S. Wang, and L. Xu 2002. Differential Sensitivity to 30 Herbicides

- Among Populations of Two Green Algae *Scenedesmus obliquus* and *Chlorella pyrenoidosa*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 68(2), 275-281.
- Ma, J., L. Xu, S. Wang, R. Zheng, S. Jin, S. Huang, and Y. Huang 2003. Toxicity of 21 Herbicides to the Green Alga *Scenedesmus quadricauda*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 71(3), 594-601.
- Ma, J., R. Zheng, L. Xu, and S. Wang 2002. Toxicity of 40 Herbicides to the Green Alga *Chlorella vulgaris*. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 51(2), 128-132.
- Ma, J., W. Liang, L. Xu, S. Wang, Y. Wei, and J. Lu 2002. Differential Sensitivity of Two Green Algae, *Scenedesmus obliquus* and *Chlorella pyrenoidosa*, to 12 Pesticides. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 52(1), 57-61.
- Macek, K. J., C. Hutchinson, and O. B. Cope 2001. Acute Toxicity of 33 Herbicides to the Green Alga *Chlorella pyrenoidosa*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 66(4), 536-541.
- Maloney, T. E., and C. M. Palmer 1969. The Effects of Temperature on the Susceptibility of Bluegills and Rainbow Trout to Selected Pesticides. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 4(3), 174-183.
- Manning, C. S., T. F. Lytle, W. W. Walker, and J. S. Lytle 1956. Toxicity of Six Chemical Compounds to Thirty Cultures of Algae. *Water Sewage Works*, 509-513.
- Manning, C. S., T. F. Lytle, W. W. Walker, and J. S. Lytle 1999. Life-Cycle Toxicity of Bis(Tributyltin) Oxide to the Sheepshead Minnow (*Cyprinodon variegatus*). *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 37(2), 258-266.
- Martin, R. C., D. G. Dixon, R. J. Maguire, P. V. Hodson, and R. J. Tkacz 1999. Life-Cycle Toxicity of Bis(Tributyltin) Oxide to the Sheepshead Minnow (*Cyprinodon variegatus*). *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 37(2), 258-266.
- Maruyama, T., D. Sun, S. Hashimoto, and A. Miura 1989. Acute Toxicity, Uptake, Depuration and Tissue Distribution of Tri-n-Butyltin in Rainbow Trout, *Salmo gairdneri*. *Aquat. Toxicol.* 15(1), 37-52.
- Mathijssen-Spiekman, E. A. M., J. H. Canton, and C. J. Roghair 1991. Toxic Effects of Triorganotins on the Adhesion and Germination - Growth of Conchospores of *Porphyra yezoensis*, Red Alga. *Mar. Pollut. Bull.* 23, 729-731.
- Mayer, F. L. Jr. 1989. Research After the Toxicity of TBTO for a Number of Fresh Water Organisms. Rep. No. 668118-001, Natl. Inst. Public Health and Environ. Hyg., pp48 (DUT).
- Mayer, F. L. Jr. 1974. Pesticides as Pollutants. In: B. G. Liptak (Ed.), *Environmental Engineer's Handbook*, Chilton Book Co., Radnor, PA :405-418 (Publ in Part As 6797).
- Mayer, F. L. Jr., and M. R. Ellersieck 1974. Pesticides as Pollutants. In: B. G. Liptak (Ed.), *Environmental Engineer's Handbook*, Chilton Book Co., Radnor, PA, 405-418 (Publ in Part As 6797).
- Mezcua, M., M. D. Hernando, L. Piedra, A. Aguera, and A. R. Fernandez-Alba 1986. *Manual of Acute Toxicity: Interpretation and Data Base for 410 Chemicals and 66 Species of Freshwater Animals*. Resour. Publ. No. 160, U. S. Dep. Interior, Fish Wildl. Serv., Washington, DC, pp505. (USGS Data File).
- Miyoshi, N., T. Kawano, M. Tanaka, T. Kadono, T. Kosaka, M. Kunimoto, T. Takahashi, and H. Hosoya 2002. Chromatography-Mass Spectrometry and Toxicity Evaluation

- of Selected Contaminants in Seawater. *Chromatographia* 56(3/4), 199-206.
- Nagase, H., T. Hamasaki, T. Sato, H. Kito, Y. Yoshioka, and Y. Ose 2003. Use of Paramecium Species in Bioassays for Environmental Risk Management: Determination of IC50 Values for Water Pollutants. *J. Health Sci.* 49(6), 429-435.
- Nebeker, A.V., and G.S. Schuyttema 1991. Structure-Activity Relationships for Organotin Compounds on the Red Killifish *Oryzias latipes*. *Appl. Organomet. Chem.* 5, 91-97.
- Nell, J.A., and R. Chvojka 1998. Chronic Effects of the Herbicide Diuron on Freshwater Cladocerans, Amphipods, Midges, Minnows, Worms, and Snails. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 35(3), 441-446.
- Nell, J.A., and R. Chvojka 1992. The Effect of bis-Tributyltin Oxide (TBTO) and Copper on the Growth of Juvenile Sydney Rock Oysters *Saccostrea commercialis* (Iredale and Roughley) and Pacific Oysters *Crassostrea gigas* Thunberg. *Sci. Total Environ.* 125, 193-201.
- Nishiuchi, Y., and K. Yoshida 1992. The Effect of bis-Tributyltin Oxide (TBTO) and Copper on the Growth of Juvenile Sydney Rock Oysters *Saccostrea commercialis* (Iredale and Roughley) and Pacific Oysters *Crassostrea gigas* Thunberg. *Sci. Total Environ.* 125, 193-201.
- Nishiuchi, Y., and K. Yoshida 1972. Toxicities of Pesticides to Some Fresh Water Snails. *Bull. Agric. Chem. Insp. Stn.* 12, 86-92 (JPN) (ENG ABS) (ENG TRANSL) (Author Communication Used).
- Nishiuchi, Y., and Y. Hashimoto 1972. Toxicities of Pesticides to Some Fresh Water Snails. *Bull. Agric. Chem. Insp. Stn.* 12, 86-92 (JPN) (ENG ABS) (ENG TRANSL) (Author Communication Used).
- Nishiuchi, Y., and Y. Hashimoto 1969. Toxicity of Pesticides to Some Fresh Water Organisms. *Rev. Plant Prot. Res.* 2, 137-139.
- Office of Pesticide Programs 1967. Toxicity of Pesticide Ingredients to Some Fresh Water Organisms. *Sci. Pest Control (Botyu-Kagaku)* 32(1), 5-11 (JPN) (ENG ABS) (Author Communication Used).
- Office of Pesticide Programs 2000. Pesticide Ecotoxicity Database (Formerly: Environmental Effects Database (EEDB)). Environmental Fate and Effects Division, U.S. EPA, Washington, D.C..
- Okamura, H., I. Aoyama, D. Liu, R. J. Maguire, G. J. Pacepavicius, and Y. L. Lau 2000. Pesticide Ecotoxicity Database (Formerly: Environmental Effects Database (EEDB)). Environmental Fate and Effects Division, U.S. EPA, Washington, D.C..
- Okudaira, H. 2000. Fate and Ecotoxicity of the New Antifouling Compound Irgarol 1051 in the Aquatic Environment. *Water Res.* 34(14), 3523-3530.
- Osada, M., T. Nomura, and K. Mori 1973. Hymexazol, a New Plant Protecting Agent. V. Safety Tests. *Annu. Rep. Sankyo Res. Lab. (Sankyo Kenkyusho Nempo)* 73(25), 48-51.
- Osada, M., T. Nomura, and K. Mori 1993. Acute Toxicity and Accumulation of Tributyltin Oxide in the Japanese Oyster, *Crassostrea gigas*. *Suisanzoshoku* 41(4), 439-443.
- Pequito, M.M.G., and J.F. De Azevedo 1993. Acute Toxicity and Accumulation of Tributyltin Oxide in the Japanese Oyster, *Crassostrea gigas*. *Suisanzoshoku*

- 41(4), 439-443.
- Pickering, Q.H., and C. Henderson 1968. LD50 of Some Molluscicides (Estudo da Dose Letal Media de Alguns Moluscicidas). *Garcia de Orta (Lisb.)* 16(1), 15-22 (POR) (ENG ABS).
- Pinkney, A.E., D.A. Wright, and G.M. Hughes 1966. The Acute Toxicity of Some Pesticides to Fish. *Ohio J.Sci.* 66(5), 508-513.
- Ruiz, J.M., G.W. Bryan, and P.E. Gibbs 1989. A Morphometric Study of the Effects of Tributyltin Compounds on the Gills of the Mummichog, *Fundulus heteroclitus*. *J.Fish Biol.* 34(5), 665-677.
- Ruiz, J.M., G.W. Bryan, and P.E. Gibbs 1994. Chronic Toxicity of Water Tributyltin (TBT) and Copper to Spat of the Bivalve *Scrobicularia plana*: Ecological Implications. *Mar.Ecol.Prog.Ser.* 113, 105-117.
- Ruiz, J.M., G.W. Bryan, G.D. Wigham, and P.E. Gibbs 1994. Chronic Toxicity of Water Tributyltin (TBT) and Copper to Spat of the Bivalve *Scrobicularia plana*: Ecological Implications. *Mar.Ecol.Prog.Ser.* 113, 105-117.
- Salazar, M.H., and S.M. Salazar 1995. Effects of Tributyltin (TBT) Exposure on the Reproduction and Embryonic Development of the Bivalve *Scrobicularia plana*. *Mar.Environ.Res.* 40(4), 363-379.
- Sanchez-Bayo, F., and K. Goka 1989. Acute Effects of (bis)Tributyltin Oxide on Marine Organisms. Tech.Rep.No.1299, Naval Ocean Systems Ctr., San Diego, CA, pp87. (NTIS/AD-A214005).
- Sanders, H.O. 2006. Influence of Light in Acute Toxicity Bioassays of Imidacloprid and Zinc Pyrethrin to Zooplankton Crustaceans. *Aquat.Toxicol.* 78(3), 262-271.
- Sanders, H.O. 1969. Toxicity of Pesticides to the Crustacean *Gammarus lacustris*. Tech.Pap.No.25, U.S.D.I., Bur.Sports Fish.Wildl., Fish Wildl.Serv., Washington, DC, pp18. (Author Communication Used) (Used with Reference 732) (Publ in Part As 6797).
- Scarlett, A., P. Donkin, T.W. Fileman, S.V. Evans, and M.E. Donkin 1970. Toxicities of Some Herbicides to Six Species of Freshwater Crustaceans. *J.Water Pollut.Control Fed.* 24(8), 1544-1550 (Publ in Part As 6797).
- Schafer, H., H. Hettler, U. Fritsche, G. Pitzen, G. Roderer, and A. Wenzel 1999. Risk Posed by the Antifouling Agent Irgarol 1051 to the Seagrass, *Zostera marina*. *Aquat.Toxicol.* 45(2/3), 159-170.
- Schrader, K.K., M.Q. De Regt, P.D. Tidwell, C.S. Tucker, and S.O. Duke 1994. Biotests Using Unicellular Algae and Ciliates for Predicting Long-Term Effects of Toxicants. *Ecotoxicol.Environ.Saf.* 27(1), 64-81.
- Seuge, J., D. Marchal-Segault, and R. Bluzat 1998. Compounds with Selective Toxicity Towards the Off-Flavor Metabolite-Producing Cyanobacterium *Oscillatoria cf. chalybea*. *Aquaculture* 163(1/2), 85-99.
- Short, J.W., and F.P. Thrower 1983. Acute Toxicity of a Dithiocarbamate Fungicide, Thiram, on Several Animals Species of Freshwater (Toxicite Aigue d'un Fongicide Dithiocarbamate, le Thirame, vis-a-vis de Plusieurs Especies Animales d'eau Douce). *Environ.Pollut.Ser.A* 31(3), 177-189 (FRE) (ENG ABS).
- Smith, B.S. 1987. Toxicity of Tri-N-Butyl-Tin to Chinook Salmon, *Oncorhynchus tshawytscha*, Adapted to Seawater. *Aquaculture* 61(3/4), 193-200.

- Smith, B. S. 1981. Tributyltin Compounds Induce Male Characteristics on Female Mud Snails *Nassarius obsoletus* = *Ilyanassa obsoleta*. *J. Appl. Toxicol.* 1(3), 141-144.
- Teather, K., C. Jardine, and K. Gormley 1981. Tributyltin Compounds Induce Male Characteristics on Female Mud Snails *Nassarius obsoletus* = *Ilyanassa obsoleta*. *J. Appl. Toxicol.* 1(3), 141-144.
- Tooby, T.E., J. Lucey, and B. Stott 2005. Behavioral and Sex Ratio Modification of Japanese Medaka (*Oryzias latipes*) in Response to Environmentally Relevant Mixtures of Three Pesticides. *Environ. Toxicol.* 20(1), 110-117.
- Tooby, T.E., P.A. Hursey, and J.S. Alabaster 1980. The Tolerance of Grass Carp, *Ctenopharyngodon idella* Val., to Aquatic Herbicides. *J. Fish Biol.* 16(5), 591-597.
- Triebkorn, R., H.R. Kohler, J. Flemming, T. Braunbeck, R.D. Negele, and H. Rahmann 1975. Acute Toxicity of 102 Pesticides and Miscellaneous Substances to Fish. *Chem. Ind. (Lond.)* 21, 523-526.
- Twagilimana, L., J. Bohatier, C-A. Groliere, F. Bonnemoy, and D. Sargos 1994. Evaluation of bis(Tri-n-Butyltin)Oxide (TBT0) Neurotoxicity in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). I. Behaviour, Weight Increase, and Tin Content. *Aquat. Toxicol.* 30(3), 189-197.
- U' Ren, S.C. 1998. A New Low-Cost Microbiotest with the Protozoan *Spirostomum teres*: Culture Conditions and Assessment of Sensitivity of the Ciliate to 14 Pure Chemicals. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 41(3), 231-244.
- Van Leeuwen, C.J., A. Espeldoorn, and F. Mol 1983. Acute Toxicity of Bis(Tributyltin) oxide to a Marine Copepod. *Mar. Pollut. Bull.* 14(8), 303-306.
- Van Leeuwen, C. J., E.M.M. Grootelaar, and G. Niebeek 1986. Aquatic Toxicological Aspects of Dithiocarbamates and Related Compounds. III. Embryolarval Studies with Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*). *Aquat. Toxicol.* 9(2/3), 129-145.
- Van Leeuwen, C. J., F. Moberts, and G. Niebeek 1990. Fish Embryos as Teratogenicity Screens: A Comparison of Embryotoxicity Between Fish and Birds. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 20(1), 42-52.
- Van Leeuwen, C. J., J.L. Maas-Diepeveen, and H.C.M. Overbeek 1988. Aquatic Toxicological Aspects of Dithiocarbamates and Related Compounds. II. Effects on Survival, Reproduction and Growth of *Daphnia magna*. *Aquat. Toxicol.* 7(3), 165-175 (1985) / *Aquat. Toxicol.* 11(3/4), 421-422 (ABS).
- Van Leeuwen, C. J., J.L. Maas-Diepeveen, G. Niebeek, W.H.A. Vergouw, P.S. Griffioen, and M.W. Luijken 1986. Sublethal Effects of Tetramethylthiuram Disulfide (Thiram) in Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*). *Aquat. Toxicol.* 9(1), 13-19.
- Verma, S.R., I.P. Tonk, and R.C. Dalela 1985. Aquatic Toxicological Aspects of Dithiocarbamates and Related Compounds. I. Short-Term Toxicity Tests. *Aquat. Toxicol.* 7(3), 145-164.
- Verma, S.R., S. Rani, I.P. Tonk, and R.C. Dalela 1981. Determination of the Maximum Acceptable Toxicant Concentration (MATC) and the Safe Concentration for Certain Aquatic Pollutants. *Acta Hydrochim. Hydrobiol.* 9(3), 247-254.
- Verma, S.R., S. Rani, S.K. Bansal, and R.C. Dalela 1983. Pesticide-Induced Dysfunction in Carbohydrate Metabolism in Three Freshwater Fishes. *Environ. Res.* 32(1), 127-133.

- Verma, S. R., S. K. Bansal, A. K. Gupta, N. Pal, A. K. Tyagi, M. C. Bhatnagar, V. Kumar, and R. C. Dalela 1981. Evaluation of the Comparative Toxicity of Thiotox, Dichlorvos and Carbofuran to Two Fresh Water Teleosts *Ophiocephalus punctatus* and *Mystus vittatus*. *Acta Hydrochim. Hydrobiol.* 9(2), 119-129.
- Versteeg, D. J. 1982. Bioassay Trials with Twenty Three Pesticides to a Fresh Water Teleost, *Saccobranthus fossilis*. *Water Res.* 16(5), 525-529.
- Voronkin, A. S., and Y. T. Loshakov 1990. Comparison of Short- and Long-Term Toxicity Test Results for the Green Alga, *Selenastrum capricornutum*. In: W. Wang, J. W. Gorsuch, and W. R. Lower (Eds.), *Plants for Toxicity Assessment*, ASTM STP 1091, Philadelphia, PA, 40-48.
- Walker, W. W. 1973. Toxic Effect of Pesticides on *Tubifex tubifex*. *Exp. Water Toxicol. (Eksp. Vodn. Toksikol.)* 5, 169-178 (RUS) (ENG ABS).
- Walsh, G. E., L. L. McLaughlan, E. M. Lores, M. K. Louie, and C. H. Deans 1984. Development of a Fate/Toxicity Screening Test. EPA-600/s4-84-074, U. S. EPA, Gulf Breeze, FL, pp30.
- Walsh, G. E., L. L. McLaughlin, M. J. Yoder, P. H. Moody, E. M. Lores, J. Forester, and P. B. Wessinger-Duvall 1985. Effects of Organotins on Growth and Survival of Two Marine Diatoms, *Skeletonema costatum* and *Thalassiosira pseudonana*. *Chemosphere* 14(3/4), 383-392.
- Wellborn, T. L. Jr. 1988. *Minutocellus polymorphus*: A New Marine Diatom for Use in Algal Toxicity Tests. *Environ. Toxicol. Chem.* 7(11), 925-929.
- Wester, P. W., and J. H. Canton 1969. The Toxicity of Nine Therapeutic and Herbicidal Compounds to Striped Bass. *Prog. Fish-Cult.* 31(1), 27-32.
- Wong, P. T. S., Y. K. Chau, O. Kramar, and G. A. Bengert 1987. Histopathological Study of *Poecilia reticulata* (Guppy) after Long-Term Exposure to Bis(Tri-n-Butyltin)oxide (TBT0) and Di-n-Butyltin dichloride. *Aquat. Toxicol.* 10(2/3), 143-165.
- Yokoyama, T., H. Saka, S. Fujita, and Y. Nishiuchi 1982. Structure-Toxicity Relationship of Tin Compounds on Algae. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 39(3), 483-488.
- Zhao, L., X. Lu, and B. Sun 1988. Sensitivity of Japanese Eel, *Anguilla japonica*, to 68 Kinds of Agricultural Chemicals. *Bull. Agric. Chem. Insp. Stn.* 28, 26-33 (JPN) (ENG ABS).
- Zhao, L., X. Lu, and B. Sun 1990. Toxic Effects of Organotin on Marine Diatoms. *J. Ocean Univ. Qingdao / Qingdao Haiyang Daxue Xuebao* 20(4), 125-131 (CHI) (ENG ABS).

#### (MAM-PEC モデル設定パラメーターに関する文献)

- Carlo-Rojas Z., R. Bello-Mendoza, M. S. Figueroa, M. Y. Sokolov 2004. Chlorothalonil degradation under anaerobic conditions in an agricultural tropical soil. *Water, Air & Soil Pollution*, 151, 397 - 409.
- Eugene E. K. 1980. Predicted bioconcentration factors and soil sorption coefficients of pesticides and other chemicals. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 4, 26 -38.
- European Commission, Assessment of antifouling agents in coastal environments,

- annual report (February 1999 – February 2000).
- Halfon E., S. Galassi, R. Brüggemann, A. Provini 1996. Selection of priority properties to assess environmental hazard of pesticides. *Chemosphere*, 33, 1543-1562.
- Hattum, B. Van, A. Baart, J. Boon, F. Aries and R. Steen 1999. Computer model to generate predicted environmental concentrations (PECs) for antifouling products in the marine environment. Report E-99/15. Institute for Environmental Studies, Vrije Universiteit, Amsterdam.
- Jacobson H. A., L G. Willingham 2000. Sea-nine antifoulant: an environmentally acceptable alternative to organotin antifoulants. *The Science of the Total Environment*, 258, 103-110.
- 国土交通省. 入港船舶数ランキング(2006年),  
[http://www.mlit.go.jp/statistics/details/port\\_list.html](http://www.mlit.go.jp/statistics/details/port_list.html)
- Konstantinou I.K., T.A. Albanis 2004. Worldwide occurrence and effects of antifouling paint booster biocides in the aquatic environment: a review. *Environment International*, 30, 235-248.
- Omae I. 2003. Review Organotin antifouling paints and their alternatives. *Applied Organometallic Chemistry*, 17, 81-105.
- Salomons W, J. Gandrass 2001. Project report dredged material in the port of Rotterdam -Interface between Rhine Catchment Area and North Sea-.  
[http://coast.gkss.de/aos/dredged\\_material/](http://coast.gkss.de/aos/dredged_material/)
- Siebers J. P. Mattusch 1996. Determination of airborne residues in greenhouses after application of pesticides. *Chemosphere*, 33, 1597-1607.
- State of California The Resources Agency 1999. Hazard assessment of the fungicides benomyl, captan, chlorothalonil, maneb, and ziram to aquatic organisms. Office of Spill Prevention and Response Administrative Report 99-1.
- 食品安全委員会農薬専門調査会 2008. 農薬評価書 トリルフルアニド.  
<http://www.fsc.go.jp/index.html>
- Villa S., A. Finizio, M. Vighi 2003. Pesticide risk assessment in a lagoon ecosystem. Part I: exposure assessment. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 22, 928-935.
- Vasilios A.S., K.K. Ioannis, A.A. Triantafyllos 2001. Photodegradation study of the antifouling booster biocide dichlofluanid in aqueous media by gas chromatographic techniques. *Journal of Chromatography A*, 930, 135-144.
- 横浜市環境創造局. 公共用水域の水質年間測定結果  
<http://www.city.yokohama.jp/me/kankyuu/>
- 横浜市港湾局. 横浜港の統計 <http://www.city.yokohama.jp/me/port/statistics/>
- Zhou X., H. Okamura, S. Nagata 2007. Abiotic degradation of triphenylborane pyridine (TPBP) antifouling agent in water. *Chemosphere*. 67, 1904-1910.

#### (防汚塗料の適用事例に関するもの)

- NKM コーティングス株式会社. <http://www.nkm-c.jp/products/siyuu/index.html>
- カナエ塗料株式会社. <http://www.kanaepaint.co.jp/syohin.htm>

(社)日本塗料工業界. <http://www.toryo.or.jp/jp/anzen/imo/index.html>  
中国塗料株式会社. <http://www.cmp.co.jp/product/index.html>)  
中国塗料株式会社. 主要製品一覧表.  
日本ペイントマリン株式会社. <http://www.nippe-marine.co.jp/products/>

### 第3章

#### (外来種の移入状況に関するもの)

- Baltic Sea Alien Species Database <http://www.corpi.ku.lt/nemo/>
- Beechey, D. L. and R. Willan 2007. Establishment of the East Asian Dove Snail *Mitrella bicincta* (Gould, 1860) (Mollusca: Gastropoda: Bolumbellidae) in Austraria. *Molluscan Research*, 27: 51-59.
- Cranfield H. J., D. P. Gordon, R. C. Willan, B. A. Marshall, C. N. Battershill, M. P. Francis, W. A. Nelson, C. J. Glasby and G. B. Read 1998. Adventive marine species in New Zealand. NIWA Technical Report, 34: 48pp.
- Clarke, C., T. Hayes, R. Hilliard, N. Kayvanrad, A. Parhizi, H. Taymourtash and V. Yavari 2003. Ballast water risk assessment. Port of Khark Island Islamic Republic of Iran. *Globallast Monograph Series*, 8: 1-60.
- Cohen, A. N. and J. T. Carlton 1995. Nonindigenous aquatic species in a United States estuary: A case study of the biological invasions of the San Francisco Bay and delta. U. S. Fish and Wildlife Service and the National Sea grant College Program, Report NTIS no. PB96166925. 245pp.
- Cohen A. N., L. H. Harris, J. T. Carlton, J. W. Chapman, C. C. Lambert, G. Lambert, J. C. Ljubenkoy, L. C. Rao, K. Reardon and E. Schwindt 2002. A rapid assessment survey of exotic species in sheltered coastal waters. A report to the California Department of Fish and Game: 1-23.
- Cohen, A. N., L. H. Harris, B. L. Bingham, J. T. Carlton, J. W. Chapman, C. C. Lambert, G. Lambert, J. C. Ljubenkoy, S. N. Murray and L. C. Rao 2005. Rapid assessment survey for exotic organisms in southern California bays and harbors, and abundance in port and non-port areas. *Biological Invasions*, 7: 995-1002.
- Eldredge, L. G. and C. M. Smith 2001. A guidebook of introduced marine species in Hawaii. Bishop Museum Technical Report, 21: 1-60.
- Eno, N. C., R. A. Clark and W. G. Sanderson 1997. Non-native Marine Species in British Waters: a Review and Directory. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough, 136pp.
- Godwin, L. S. 2003. Hull fouling of maritime vessels as a pathway for marine species invasions to the Hawaiian Islands. *Biofouling*, 19, supplement 1: 123-131.



- Hewitt C. L. and R. B. Martin 1996. Port surveys for introduced marine species - Background considerations and sampling protocols. CRIMP Technical Report, 4: 1-40.
- Hewitt, C. L., M. L. Campbell, R. E. Thresher, R. B. Martin, S. Boyd, B. F. Cohen, D. R. Currie, M. F. Gomon, M. J. Keough, J. A. Lewis, M. M. Lockett, N. Mays, M. A. Mearthar, T. D. O'hara, G. C. B. Poore, D. J. Ross, M. J. Storey, J. E. Watson and R. S. Wilson 2004. Introduced and cryptogenic species in Port Phillip Bay, Victoria, Australia. *Marine Biology*, 144: 183-202.
- Iseda, S., M. Otani and T. Kimura 2007. First record of an introduced crab *Rhithropanopeus harrisii* (Crustacea: Brachyura: Panopeidae) in Japan. *Japanese Journal of Benthology*, 62: 39-44.
- Iwasaki, K., T. Kimura, K. Kinoshita, T. Yamaguchi, T. Nishikawa, E. Nishi, R. Yamanishi, I. Hayashi, K. Okoshi, J. Kosuge, T. Suzuki, Y. Itsumi, T. Furota and H. Mukai 2004. Human-mediated introduction and dispersal of marine organisms in Japan: Results of a questionnaire survey by the committee for the preservation of the natural environment, the Japanese Association of Benthology. *Japanese Journal of Benthology*, 59: 22-44. (in Japanese)
- 川井浩史・上井進也・羽生田岳昭・山田味佳・寫田智・中村規代典 2007. 大型海藻類の大陸間越境移動. 遺伝子マーカーを用いた移入集団の起源と拡散経路の解析. 特集 海洋生物の越境移動と沿岸生態系の攪乱. *海洋と生物*, 29: 212-220.
- Martin, J. P. and J. M. Cuevas 2006. First record of *Undaria pinnatifida* (Laminariales, Pheophyta) in Southern Patagonia, Argentina. *Biological Invasions*, 8: 1399-1402.
- Mathieson, A. C., C. J. Clinton, J. Dawes, J. Pederson, R. A. Gladych and J. T. Carlton 2007. The Asian red seaweed *Grateloupia turuturu* (Rhodophyta) invades the Gulf of Maine. *Biological Invasions*, Published on line 27.
- Miller, K. A., J. M. Engle, S. Uwai and H. Kawai 2007. First record of the Asian seaweed *Sargassum filicinum* Harvey (Fucales) in California, USA. *Biological Invasions*, 9: 609-613.
- NOBANIS <http://www.nobanis.org/Search.asp>
- Otani, M. 2004. Introduced marine organisms in Japanese coastal waters, and the processes involved in their entry. *Japanese Journal of Benthology*, 59: 45-57. (in Japanese)
- 大谷道夫 2007. 大阪湾で発見された外来種 *Rhithropanopeus harrisii* (甲殻綱: Panopeidae) と *Hydroides dianthus* (多毛綱: カンザシゴカイ科) について. 第14回日本付着生物学学会総会・研究集会: 7.
- Reise, K., S. Gollasch and W. J. Wolff 1999. Introduced marine species of the North Sea coasts. *Helgoländer Meeresunters*, 52: 219-234.
- Silva, P. C., R. A. Woodfield, A. N. Cohen, L. H. Harris and J. H. R. Goddard

2002. First record of the Asian kelp *Undaria pinnatifida* in the northeastern Pacific Ocean. *Biological Invasions*, 4: 333-338.

The Smithsonian Environmental Research Center

<http://invasions.si.edu/nemesis/index.html>

The Western Australian Museum <http://www.museum.wa.gov.au/dampier/index.asp>

Wolf, W. J. 2005. Non-indigenous marine and estuarine species in The Netherlands. *Zoologische Mededelingen*, 79: 1-116.

Wonham, M. J. and J. T. Carlton 2005. Trends in marine biological invasions at local and regional scales: the Northeast Pacific Ocean as a model system. *Biological Invasions*, 7: 369-392.

Zaitsev, Y. and B. Öztürk (eds) 2001. Exotic Species in the Aegean, Marmara, Black, Azov and Caspian Seas. Turkish Marine Research Foundation, Istanbul, Turkey: 265pp.

#### (外来種の生理生態、分布、被害に関するもの)

A Biotic Database of Indo-Pacific Marine Mollusks <http://clade.ansp.org/obis/>  
Anil, A. C., K. Chiba and K. Oamoto. 1990. Macrofouling community structure and ecology of barnacles in Hamana Bay (Japan). *Biofouling* 2:137-150.

Anonymous 1994. Reproduction and population dynamics of *Grandidierella japonica* in upper Newport Bay. 1993-1994. Annual Report.

荒川好満 1971. 1969年広島湾に異常発生した管棲多毛類の1種カサネカンザシによる養殖カキの被害について. *VENUS*, 30 (2): 75-82.

荒川好満 1974. 付着生物による水産業の被害. *海洋科学*, 6: 258-263.

Aral, O. 1999. Growth of the Mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lam., 1819) on Ropers in the Black Sea, Turkey. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 23: 183-189.

Asakura, A. and S. Watanabe. 2005. *Hemigrapsus takanoi*, new species, a sibling species of the common Japanese intertidal crab *H. penicillatus* (Decapoda: Brachyura: Grapsoidea). *Journal of Crustacean Biology*, 25 (2): 279-292.

Ashton, G. V. 2006. Distribution and dispersal of the non-native caprellid amphipod, *Caprella mutica* Schurin 1935. Ph. D. Thesis, University of Aberdeen: 180pp.

Baba, K. 1960a The genera *Okenia*, *Goniodoridella*, and *Goniodoris* from Japan (*Nudibranchia*: Goniodorididae). *Publications of the Seto Marine Biological Laboratory*, 8: 71-74

Baba, K. 1960b. Two new species of the genus *Eubranchus* from Japan (*Nudibranchia* - Eolidacea). *Publications of the Seto Marine Biological Laboratory*, 8: 299-302

Baba, K. and I. Hamatani. 1963. A cuthonid, *Cuthona alpha* n. sp., with a radula

- of *Catrina* type (Nudibranchia-Eolidioidea). Publications of the Seto Marine Biological Laboratory, 11 (2): 339-343.
- Berger, M. S., A. J. Darrah and R. B. Emlet 2006. Spatial and temporal variability of early post-settlement survivorship and growth in the barnacle *Balanus glandula* along an estuarine gradient. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 336: 74-87.
- Beguer, M., M. Girardin and P. Boët. 2007. First record of the invasive oriental shrimp *Palaemon macrodactylus* Rathbun, 1902 in France (Gironde Estuary). *Aquatic Invasions*, 2 (2): 132-136.
- Blake, J. A. and K. H. Woodwick. 1975. Reproduction and larval development of *Pseudopolydora paucibranchiata* (Okuda) and *Pseudopolydora kempfi* (Southern) (Polychaeta: Spionidae). *Biological Bulletin*, 149: 109-127.
- Bousfield, E. L. and P. M. Hoover 1997. The amphipod Superfamily Corophioidea on the Pacific coast of North America. Part V. Family Corophiidae: Corophiinae, new Subfamily. Systematics and distributional ecology. *Amphipacifica*, 2(3): 67-140.
- Bruce, N. L. 1986. Cirolanidae (Crustacea: Isopoda) of Australia. *Records of the Australian Museum Suppl.* 6: 1-239.
- Bruce, N. L. and Jones, D. A. 1981. The systematics and ecology of some Cirolanid isopods from southern Japan. *Journal of Natural History* 15: 67-85.
- Brunetti, R. 1978/1979. *Polyandrocarpa zorritensis* (Van Name, 1931) a colonial ascidian new to the Mediterranean record. *VieMilieu*, 28/29, 647-652.
- Brusca, G. J. 1966. Studies on the salinity and humidity tolerances of five species of isopods in a transition from marine to terrestrial life. *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences* 65(3): 146-154.
- Chapman, J. W. and J. T. Carlton 1991. A test of criteria for introduced species: the global invasion by the Isopod *Synidotea laevidorsalis* (Miers, 1881). *Journal of Crustacean Biology*, 11 (3): 386-400.
- Coe, W. R. 1949. Divergent method of development in morphologically similar species of prosobranch gastropods. *Journal of Morphology*, 84: 383-400.
- Cohen A. N. and J. T. Carlton 1995. Nonindigenous aquatic species in a United States estuary: A case study of the biological invasions of the San Francisco Bay and delta. U. S. Fish and Wildlife Service and the National Sea grant College Program, Report NTIS no. PB96166925. 245pp.
- Coleman, F. 1999. Note on *Zoobotryon verticillatum* (Bryozoa) in a solar saltfield. *International Journal of Salt Lake Research*, 8: 71-74.
- Conlan, K. E. and E. L. Bousfield 1982. The amphipod superfamily Corophioidea in the Northeastern Pacific region. Family Amphithoidae: Systematics and distributional ecology. *Publications in Biological Oceanography*, 10: 41-75.

- Coombes, A., Hunt, K. Volkerling, R. Faneslow, V. Carruthers, K. Baverstock and A. Benson 2004. The Hauraki Gulf State of the environment report. (Eds) Moore, M., G. Willis and B. Dickie, Hauraki Forum: 1-224.
- Costlow, J. D. Jr., C. G. Bookout and R. J. Monroe 1966. Studies on the larval development of the crab, *Rhithropanopeus harrisii* (Gould). I. The effect of salinity and temperature on larval development. *Physiological Zoölogy*, 39 (2): 81-100.
- Crawford, G. I. 1937. A review of the Amphipod genus *Corophium*, with notes on the British species. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 21: 589-630.
- Crooks, J. A. 2001. Assessing invader roles within changing ecosystems: historical and experimental perspectives on an exotic mussel in an urbanized lagoon. *Biological Invasions* 3(1): 23-36.
- CSIRO <http://www.marine.csiro.au/crimp/nimpis/>
- Davis, M. H., J. Lützen and M. E. Davis. 2007. The spread of *Styela clava* Herdman, 1882 (Tunicata, Ascidiacea) in European waters. *Aquatic Invasions*, 2 (4): 378-390.
- Dean, T. A. and L. E. Hurd. 1980. Development in an estuarine fouling community: the influence of early colonisits on later arrival. *Oecologia*, 46: 295-301.
- Dijkstra, J., A. Dutton, E. Westeman and L. Harris 2008. Heart rate reflects osmotic stress level in two introduced colonial ascidians *Botryllus schlosseri* and *Botrylloides violaceus*. *Marine Biology*, 154: 805-811.
- Dotu, Y. and S. Mito. 1955. On the breeding-habits, larvae and young of a boly, *Acanthogobius flavimanus* (Temminck et Schlegel). *Japanese Journal of Ichthyology* , 4: 153-161.
- Emara, A. M. and A. Belal 2004. Maeine fouling in Suez Canal, Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 30 (A): 189-206.
- Eno, N. C., R. A. Clark and W. G. Sanderson. 1997. Non-native Marine Species in British Waters: a Review and Directory. Joint Nature Consevation Committee, Peterborough, 136pp.
- Främmande Artek [http://www.frammandearter.se/0/2english/pdf/Gonionemus\\_vertens.pdf](http://www.frammandearter.se/0/2english/pdf/Gonionemus_vertens.pdf)
- Fukui, Y. 1991. Embryonic and larval development of the sea anemone *Haliplanella lineata* from Japan. *Hydrobiologia*, 216/217: 137-142.
- Furota, T. and K. Kinoshita 2004. Lifehistories of introduced crabs, the Majid *Pyromaia tuberculata* and the Portunid *Carcinus aestuarii*, in Tokyo Bay and their adaptability of seasonal hypoxia caused by organic pollution. *Japanese Journal of Benthology*, 59: 96-104. (in Japanese)
- Furota, T., S. Watanabe, T. Watanabe, S. Akiyama and K. Kinoshita 1999. Life

- history of the Mediterranean green crab, *Carcinus aestuarii* Narado, in Tokyo Bay, Japan. Crustacean Research, 28: 5-15.
- Gollasch, S. 1999. The Asian decapod *Hemigrapsus penicillatus* (de Haan, 1835) (Grapsidae, Decapoda) introduced in European waters: status quo and future perspective. Helgoland Marine Research, 52: 359-366.
- Goncalves, F., R. Ribeiro and A. M. V. Soares. 1995. *Rhithropanopeus harrisii* (Gould), an American crab in the estuary of the Mondego River, Portugal. Journal of Crustacean Biology, 15 (4): 756-762.
- Gonzalez-Ortega, E., J. A. Cuest and C. D. Shubart 2007. First report of the oriental shrimp *Palaemon macrodactylus* Rathbun, 1902 (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) from German waters. Helgoland Marine Research, 61: 67-69.
- Gosliner, T. M. 2004. Phylogenetic Systematics of *Okenia*, *Sakishimaia*, *Hopkinsiella* and *Hopkinsia* (Nudibranchia: Goniadorididae) with descriptions of new species from the tropical Indo-Pacific. Proceedings of the California Academy of Sciences, 55: 125-161.
- Goto, S. 1903. The craspedote medusa *olindias* and some of its natural allies. The Mark Anniversary, Article I: 1-32.
- Hansen, B.W. 1999. Cohort growth of planktotrophic polychaete larvae - are they food limited?. Marine Ecology Progress Series 178:109-119.
- Hatanaka, M. and I. Kobayashi 1958. Biological studies on the population of the starfish, *Asterias amurensis*, in Sendai Bay. Tohoku Journal of Agricultural Research, 9: 159-178. (in Japanese)
- Hayward, P. J. and J. S. Ryland 1998. Cheilostomatous Bryozoa Part I, Asteoidea-Cribrilinoidea. Synopses of the British Fauna (New Species), (Eds) R. S. K. Barnes and J. H. Crothers, 10 (Second edition), The Linnean Society of London: 366pp.
- Henry, D. P. and P. A. McLaughlin 1986. The recent species of *Megabalanus* (*Cirripedia: Balanomorpha*) with special emphasis on *Balanus tintinnabulum* (Linnaeus) sensu lato. Zoologische Verhandelingen, 235: 3-69.
- Hewitt, C. L., M. L. Marnie, L. Campbell, R. E. Thresher and R. B. Martin 1999. Marine biological invasions of Port Phillip Bay, Victoria. CRIMP Technical Report, 20: 1-344.
- Hirano, Y. and Y. Hirano. Feeding segregation of *Eubranchus misakiensis* Baba, 1960 (Nudibranchia: Aeolidacea) in the Okhotsk Sea, northern Japan with range extensions. VENUS, 48 (2): 146-149.
- Hirose, K. and T. Kubo 1983. Gonadal maturation and spawning of striped tripletooth goby, *Tridentiger trigonocephalus*. Bulletin of the Tokai Regional Fishery Research Laboratory. 112: 49-65.
- 堀 輝三編 1993. 藻類の生活史集成. 第2巻 褐藻・紅藻類 内田老鶴圃, 東京: 345pp.

- 堀 輝三編 1994. 藻類の生活史集成. 第1巻 緑色藻類 内田老鶴圃, 東京: 367pp.
- Hoshiai, T. 1961. Synecological study on intertidal communities IV. An ecological investigation on the zonation in Matsushima Bay concerning the so-called covering phenomenon. Bulletin of the Marine Biological Station of Asamushi, 10 (3): 203-211.
- Hoshino, Z. and T. Nishikawa 1985. Taxonomic studies of *Ciona intestinalis* (L.) and its allies. Publications of the Seto Marine Biological Laboratory, 30 (1/3): 61-79.
- 細見彬文 1989. ムラサキイガイの生態学. 山海堂, 東京: 137pp.
- Huang, Z. G., B. Morton and Y. W. Yipp 1984. Divergent method of development in morphologically similar species of Prosobranch gastropods. Journal of Morphology, 84: 383-400.
- Imai, T. and S. Sakai. 1961. Study of breeding of Japanese oyster, *Crassostrea gigas*. Tohoku Journal of Agricultural Research, 12 (2): 125-171.
- 今島 実 1996. 環形動物 多毛類: シリス科、ゴカイ科、シロガネゴカイ科、スピオ科、タケフジゴカイ科、カンザシゴカイ科. 生物研究社, 東京: 530pp.
- Imajima, M. and O. Hartman. 1964. The polychaetous annelids of Japan. Allan Hancock Foundation, Occasional Papers, 26: 1-452.
- 今島 実 1985. 自然史標本・資料情報処理のためのデータベース構築の基礎的研究. Catalogue of polychaetous annelids (2), Family Maldanidae (Part 2), Family Serpulidae. National Science Museum, Tokyo: 1-41.
- 稲葉明彦編 1988. 瀬戸内海の生物相. 広島大学理学部附属向島臨海実験所: 475pp.
- 稲葉明彦 1982. 瀬戸内海の貝類. 広島貝類談話会, 181pp.
- Ino, S., J. Sagara, S. Hamada and M. Tamakawa 1955. On the spawning season of the starfish, *Asterias amurensis*, in Tokyo Bay. Bulletin of the Japanese Society of Science Fisheries, 21 (1): 32-36.
- Iseda, S., M. Otani and T. Kimura 2007. First record of an introduced crab *Rhithropanopeus harrisii* (Crustacea: Brachyura: Panopeidae) in Japan. Japanese Journal of Benthology, 61: 39-44.
- Ishii, R, S. Kawakami, H. Sekiguchi, Y. Nakahara and Y. Jinnai. 2001. Larval recruitment of the Mytilid *Musculista senhousia* in Ariake sound, southern Japan. VENUS, 60 (1/2): 37-55.
- Ishikawa, M. and Y. Oshima 1951. On the life-history of a Mysid Crustacean, *Neomysis japonica* Nakazawa. Nihon Suisan Gakkai, 461-472 (in Japanese).
- Ishimaru, S. 1984. Taxonomic studies of the Family Pleustidae (Crustacea, Amphipoda, Gammaridea) from coastal waters of northern Japan. I. The Genus *Parapleustes*. Journal of the Faculty Science Hokkaido University, Series 6, Zoology, 23 (4): 403-453.
- 石丸信一 1990. 石川県のヨコエビ類. In 石川の生物. 石川の生物編集会編. 石川県高

- 等学校研究会生物部会：210-215.
- Iwaki, T. 1992. On the seasonal conformity among breeding, larval occurrence and settlement of barnacles. *Bulletin of the Faculty of Bioresources, Mie University*, 7: 37-46. (in Japanese)
- Johnson, W. S 1976. Biology and population dynamics of the intertidal isopod *Cirolana harfordi*. *Marine Biology* 36: 343-350.
- 加戸隆介 2006. キタアメリカフジツボー北米からきて北日本潮間帯を席卷した新しい外来種ー. In *フジツボ類の最新学*, 恒星社厚生閣, 東京: 80-92.
- 梶原武 1962. シロボヤの生長について. *長崎大学水産学部研究報告*, 12: 33-40.
- 菊池泰二 1978. 内湾ベントス相に対する汚染の影響. *海洋環境保全の基礎的研究*. 昭和52年度文部省科学研究費補助金による特定研究: 13-147.
- 菊池泰二 1998. ムラサキイガイをめぐる最近の話題. *九州の貝*, 1-11.
- Kimura, T. and H. Sekiguchi. 1996. Effects of temperature on larval development of two Mytilid species and their implication, *VENUS*, 55 (3): 215-222.
- Kitazawa, H. and S. Matsushita 1996. Laboratory observations of sexual and asexual reproduction of *Trichammia hadai* Uchio. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan*, 182: 454-466.
- Kluza, D., I. Ridgway, S. Kleeman and B. Gould 2006. Organism impact assessment. *Styela clava* (Clubbed Tunicate). *Biosecurity New Zealand, Ministry of Agriculture and Forestry*: 19pp
- Kramp, P. L. 1961. Synopsis of the Medusae of the world. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 40: 1-469.
- Kubo, I. 1942. Studies on Japanese palaemonoid shrimps. III. *Leander*. *Journal of the Imperial Fisheries Institute* 35(1): 17-85.
- Kubota, K. and Y. Takashima. 1992. Redescription of *Sarsia japonica* (Nagao) (Hydrozoa: Corynidae) from Hokkaido, Japan. *Publications of Seto Marine Biological Laboratory*, 35 (6): 371-381.
- Kubota, K. and S. Mawatari. 1985. A systematic study of Cheilostomatous Bryozoans from Oshoro Bay, Hokkaido. *Environmental Science, Hokkaido*, 8(1): 75-91.
- Kuhl, D. L. and L. C. Oglesby 1979. Reproduction and survival of the pileworm *Nereis succinea* in higher Salton Sea salinities. *Biological Bulletin*, 157: 153-165.
- Kurihara, Y. and K. Okamoto. 1987. Cannibalism in a grapsid crab, *Hemigrapsus penicillatus*. *Marine Ecology - Progress Series*, 41: 123-127.
- Lambert, G. 2003. New records of ascidians from the NE Pacific: a new species of *Trididemnum*, range extension and redescription of *Aplidiopsis pannosum* (Ritter, 1899) including its larva, and several non-indigenous species. *Zoosystema*, 25 (4): 665-679.
- Lambert, C. C. and G. Lambert. 1998. Non-indigenous ascidians in southern California harbors and marinas. *Marine Biology*, 130: 675-688.

- Leone, D. E. 1970. The maturation of *Hydroides dianthus*. Biological Bulletin, 138: 306-315.
- Lewis, J. A. 1999. A review of the occurrence of exotic macroalgae in Southern Australia, with emphasis on Port Phillip Bay, Victoria. IN: Marine biological invasions of Port Phillip Bay, Victoria. Centre for Research on Introduced Marine Pests, Technical Report No. 20, (Hewitt, C.L., Campbell, M.L., Thresher, R.E., Martin, R.B. Eds) CSIRO Marine Research, Hobart, Australia: 61-87.
- Magg, C. A. and H. Stegenga. 1999. Red algal exotics on North Sea coasts. Helgland Marine Research, 52: 243-258.
- MarLIN <http://www.marlin.ac.uk/>
- Marlin BIOTEC <http://www.marlin.ac.uk/biotic/browse.php?sp=4242>
- Mathieson, A. C., C. J. Dawes, J. Pederson, R. A. Gladych and J. T. Carlton 2007. The Asian red seaweed *Grateloupia turuturu* (Rhodophyta) invades the Gulf of Maine. Biological Invasions (online paper).
- Mees, J. and N. Fockedey 1993. First record of *Synidotea laevidorsalis* (Miers, 1881) (Crustacea: Isopoda) in Europe (Gironde estuary, France). Hydrobiologia, 264: 61-63.
- Migita, S. and M. Ichiki 1962. Notes on *Cutleria multifida* new to Japan. The Bulletin of Japanese Society of Psychology, 10 (3): 77-81. (in Japanese)
- Miura, T. and T. Kajihara 1983. An ecology of serpulid polychaetous annelids. Benthos Research, 25: 40-45.
- Miyazaki, I. 1940. Studies on the Japanese common goby, *Acanthogobius flavimanus* (Temminck et Schlegel). Bulletin of the Japanese Society of Science Fisheries, 9 (4): 159-180.
- Moor, H. B. 1959. The settlement and growth of *Balanus improvisus*, *B. eburneus* and *B. amphitrite* in the Maiami area. Bulletin of Marine Science of the Gulf and Caribbean, 9 (4): 421-440.
- Morton, B. 1989. Life-history characteristics and sexual strategy of *Mytilopsis sallei* (Bivalvia: Dreissenacea), introduced into Hong Kong. Journal of the Zoological Society of London, 219: 469-485.
- Munday, B. L., M. Daintith, J. C. Sanderson and E. Turner 1994. Phase 2. A biology and epidemiological review of putative ballast water introductions, *Undaria pinnatifida* and *Asterias amurensis*. In An Epidemiological review of possible introductions of fish diseases, Northern Pacific seastar and Japanese kelp through ship's ballast water. Ballast Water Research Series, Report No. 3, AQIS: 239-287.
- Murina, V. 1997. Pelagic larvae of Black Sea Polychaeta. Bulletin of Marine Science 60(2):427-432.
- Nielsen, C. 1989. Entoprocts: Keys and Notes for the identification of the species.



- Brill Academic Publisher, Leiden: 131pp.
- (社)日本水産資源保護協会 1981. 水生生物生態資料. (社)日本水産資源保護協会, 東京, 172pp.
- MIMPIS <http://www.marine.csiro.au/crimp/nimpis/spfind.asp>
- NIMPIS [http://www.marine.csiro.au/crimp/images/NIMPIS\\_PDF/8064.pdf](http://www.marine.csiro.au/crimp/images/NIMPIS_PDF/8064.pdf)
- 西榮二郎 2002. カニヤドリカンザシ. In 外来種ハンドブック, 日本生態学会編, 地人書館: 181.
- Nishikawa, T. 1991. The Ascidians of the Japan Sea. II. Publications of the Seto Marine Biological Laboratory, 35 (1/3): 25-170.
- 西村三郎編 1995. 原色検索日本海岸動物図鑑. 保育者, 大阪: 663pp.
- Nomaguchi, T., C. Nishijima, S. Minowa, M. Hashimoto, C. Haraguchi, S. Amemiya and H. Fujisawa. 1997. Embryonic themosensitivity of the *Ascidian, Ciona savignyi*. Zoological Science, 14 (3): 511-515.
- Norton, T. A. 1977. The growth and development of *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 26: 41-53
- Obenat, S. M. and S. E. Pizzani. 1994. Life cycle and population structure of the polychaete *Ficopomatus enigmaticus* (Serpulidae) in Mar Chiquit Coastal Lagoon, Argentina. Estuaries, 17 (1) 263-270.
- 岡田 要 1965. 新日本動物図鑑 上巻. 北隆館, 東京: 679pp.
- 岡本研・渡辺修 1997. カンザシゴカイの生態と幼生の変態メカニズム. Sessile Organisms, 14 (1): 31-41.
- Okamoto, K. and Y. Kurihara. 1987. Seasonal variation of population structure of *Hemigrapsus penicillatus* (De Haan) (Crustacea: Brachyura). Japanese Journal of Ecology, 37: 81-89.
- 大城信弘 1988. ノコギリガザミ類. In サンゴ礁域の増養殖. 諸喜田茂充編著, 緑書房, 東京: 198-209.
- Otani, M. 2002. Appearance and latest trends of introduced marine sessile animals in apanese waters. Sessile Organisms, 19 (2): 69-92. (in Japanese)
- Qiu, J. and P. Qian. 1998. Combined effects of salinity and temperature on juvenile survival, growth and maturation in the poychaete *Hydroides elegans*. Marine Ecology Progress Series, 168: 127-134.
- Rajagopal, S., V. P. Venugopalan, K. V. K. Nair, G. Van der Velde and H. A. Jenner. 1998. Settlement and growth of the green mussel *Perna viridis* (L.) in coastal waters: influence of water velocity. Aquatic Ecology, 32: 313-322.
- Reusch, T.B.H., Williams, S.L. 1998. Variable responses of native eelgrass *Zostera marina* to a non-indigenous bivalve *Musculista senhousia*. Oecologia 113:428-441. Oecologia 113:428-441.
- Ross, D. J., C. R. Johnson and C. L. Hewitt 2002. Impact of introduced seastars *Asterias amurensis* on survivorship of juvenile commercial bivalves *Fulvia*

- tenuicostata*. Marine Ecology Progress Series, 241: 99-112.
- Ruitz, G. M., P. W. Fofonoff, J. T. Carlton, M. J. Wonham and A. H. Hines. 2000. Invasion of coastal marine communities in North America: apparent patterns, processes, and biases. Annual Review of Ecology and Systematics, 31: 481-531.
- Ruiyu, L., R. Xianqiu, C. Yongshou and C. Ruxing 2007. Fauna Sinica. Crustacea Cirripedia Thoracica. Ruiyu, L. and R. Xianqiu (eds), Invertebrata 42, Science Press, Beijing: 633pp.
- Saigusa, M. and T. Akiyama 1995. The tidal rhythm of emergence, and the seasonal variation of this synchrony, in an intertidal midge. Biological Bulletin, 188: 166-178.
- Saito, Y., H. Mukai and H. Watanabe. 1981. Studies on Japanese compound styelid Ascidians II. A new species of the Genus Botrylloides and redescription of *B. violaceus* Oka. Publications of the Seto Marine Laboratory, 26 (4/6): 357-368.
- Sato-Okoshi, W. 2000. Polydorid species (Polychaeta: Spionidae) in Japan, with descriptions of morphology, ecology and burrow structure. 2. Non-boring species. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 80: 443-456.
- Sea Slug Forum <http://www.seaslugforum.net/factsheet.cfm?base=anteindi>
- Shiino, S. 1965. Tanaidacea from the Bismarck archipelago. Videnskabelige Meddelelser Fra Dansk Naturhistorisk Forening, 128: 177-203.
- Sieg, J. 1980. Taxonomische monographie der Tanaidae Dana 1849 (Crustacea: Tanaidacea). Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft, 537: 1-267.
- Sieggried, C. A. 1980. Seasonal abundance and distribution of *Crangon franciscorum* and *Palaemon macrodactylus* (Decapoda, Caridea) in the San Francisco Bay-Delta. Biological Bulletin, 159: 177-192.
- Smithsonian Marine Station at Fort Pierce <http://www.sms.si.edu/IRLspec/index.htm>
- Stephensen, K. 1938. Grandidierella japonica n. sp. A new amphipod with stridulating (?) organs from brackish water in Japan. Annotationes Zoologicae Japonenses, 17 (2): 179-184.
- Suchanek, T. H., J. B. Geller, B. R. Kreiser and J. B. Mitton 1997. Zoogeographic distributions of the sibling species *Mytilus galloprovincialis* and *M. trossulus* (Bivalvia: Mytilidae) and their hybrids in the North Pacific. Biological Bulletin, 193: 187-194.
- 高岡生物研究会 2002. 日本海のウミウシ. 中部日本海沿岸産後鰓類図鑑. CDR
- The Smithsonian Environmental Research Center <http://invasions.si.edu/nemesis/index.html>
- Thorp, C. H. 1986. New records of tubeworms established in British harbors. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 66: 881-888.

- Toriumi, M. 1951. Some entoprocts found in Matsushima Bay. Science Report of the Tohoku University, 4th Series Biology, 19: 17-22.
- Tsuchiya, M. and K. Osanai. 1978. Experimental marine organisms collected on the neighborhood of the Asamushi Marine Biological Station. Bulletin of the Marine Biological Station of Asamushi, 16: 29-58.
- Turboyski, K. 1973. Biology and ecology of the crab *Rhithropanopeus harrisii* ssp. Tridentatus. Marine Biology, 23: 303-313.
- Uchida, H. 1971. Spirorbinae (Polychaeta, Serpulidae) from Hokkaido II. Journal of Science Hokkaido University, Series VI. Zoology, 18(1): 193-226.
- Utinomi, H. 1971. Record of Pycnogonida from shallow waters of Japan. Publications of the Seto Marine Biological Laboratory, 18(5): 317-347.
- Vázquez, E. and C. M. Young. 1996. Responses of compound ascidian larvae to haloclines. Marine Ecology Progress Series, 133: 179-190.
- Werner Jr., W. E. 1967. The distribution and ecology of the barnacle *Baranus trigonus*. Bulletin of Marine Science, 17(1): 64-84.
- Williams, A. B. 1984. Shrimps, lobsters, and crabs of the Atlantic Coast of the Eastern United States, Maine to Florida. Smithsonian Institution Press, Washington: 550pp.
- Wisely, B. 1958. The development and settling of a serpulid worm, *Hydroides norvegica* Gunnerus (Polychaeta). Australian Journal of Marine and Freshwater Research, 9 (3): 351-361.
- Xianqiu, R. 2006. Fauna Sinica. Crustacea Amphipoda, Gammaridea (I). Yiyu, C, H. Dawei and F. Zuojian (eds), Invertebrata 41, Science Press, Beijing: 588pp.
- Yamaguchi, T. 1973. On *Megabalanus* (Cirripedia, Thoracica) of Japan. Publications of the Seto Marine Biological Laboratory, 21(2): 115-140.
- 山口寿之 1989. 外国から日本に移住したフジツボ類、特に地理的分布および生態の変化. 神奈川自然誌資料, 10: 17-32.
- 山口寿之 2002. ヨーロッパフジツボとアメリカフジツボ. In 外来種ハンドブック, 地人書館, 東京: 182.
- 山西良平・横山寿・有山啓之・鍋島靖信・大谷道夫・石崎英男・野々上良甫・花井孝・伊興田奈美・石井久夫 1991. 淀川汽水域における潮間帯付着生物の分布、季節変化および水質. 自然史研究, 2(7): 83-96.
- Yanagi, N. and Y. Okada 1918. On a collection of Japanese Cheilostomatous Bryozoa. I. Annotationes Zoologicae Japonenses, 9: 407-429.
- 安田徹・日比野憲治. 1986. 原子力発電所の温排水が生物に与える影響—内浦湾におけるムラサキイガイの生存と温排水—. Marine Fouling, 6 (1): 35-39.
- Yasuda, T. 1978. Studies on the common jelly-fish, *Aurelia aurita* (Linne). Japan Fisheries Resource Conservation Association, Suisan Kenkyu Soshu 37: 1-139. (in Japanese)

- 吉田忠生. 1998. 新日本海藻誌. 日本産海藻類総覧. 内田老鶴圃, 東京: 1222pp.
- 吉安洋史・植田育男・朝比奈潔. 2004. 相模湾、江ノ島におけるミドリイガイの生殖周期. *Sessile Organisms*, 21 (1): 19-26.
- Zhao, B. 2002. Larval biology and ecology of a non-indigenous species, the slipper limpet *Crepidula onyx*. A thesis submitted to the Hong Kong University of Science and Technology in partial fulfillment of the requirements for the degree of Phd. in biology: 192pp.
- Zhongyan, Q. Z. 2004. Seashells of China. China Ocean Press, Beijing: 418pp.
- Zvyagintsev, A. Y., K. E. Sanamyan and M. D. Koryakova 2003. The introduction of the ascidian *Molgula manhatensis* (De Kay, 1843) into Peter the Great Bay (Sea of Japan). *Sessile Organisms*, 20 (1): 7-10.
- Zvyagintsev, A. Y., K. E. Sanamyan, and S. D. Kashenko 2007. On the introduction of the Ascidian *Ciona savignyi* Herdman, 1882 into Peter the Great Bay, Sea of Japan. *Russian Journal of Marine Biology*, 33 (2): 133-136.

#### (生物に関するその他のもの)

- Anonymous 1958. The final resolution of the symposium on the classification of brackish waters. *Archo Oceanography Limnology*, 11 (supplement): 243-248.
- Clarke, C., B. Hilliard, L. Yan, J. Polglaze, X. Xiaoman, Z. Dianrong and S. Raaymakers 2003. Ballast Water Risk Assessment Port of Dalian People's Republic of China. *Globallast Monograph Series*, 12: 1-65.
- Coutts, A. D. M. and M. D. Taylor 2004. A preliminary investigation of biosecurity risks associated with biofouling on merchant vessels in New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 38: 1-15.
- Coutts A. D. M. and T. J. Dodgshun The natural and extent of organisms in vessel sea-chests: a protected mechanism for marine bioinvasions. *Marine Pollution Bulletin*, 54 (7): 875-886.
- Godwin, L. S. 2003. Hull fouling of marine vessels as a pathway for marine species invasions to the Hawaiian Islands. *Biofouling*, 19 (supplement 1): 12-131.
- Gollasch, S. 2002. The importance of ship hull fouling as a vector of species introductions into the North Sea. *Biofouling* 18:105-121.
- Gollasch, S. 2007. Risk assessment and management scenarios for ballast water mediated species introductions into the Baltic Sea. *Aquatic Invasions*, 2: 313-340
- Grange, K.R. 1974. The occurrence of *Limaria orientalis* (Bivalvia: Limidae) in New Zealand. *The Veliger* 17(1): 13-18.
- Hall, C. A. 1964. Shallow water marine climates and molluscan provinces. *Ecology*, 45 (2): 226-234.
- 城 智彦 1994. 第4回職業性喘息の治療と予防ーホヤ喘息根絶への途を拓くー. 講座 職

- 業性アレルギー疾患. 産業医学ジャーナル, 17(4): 27-33.
- Lewis, J. 2005. Hull fouling as a vector for the translocation of marine organisms. Phase 1 study - Hull fouling research. Ballast Water Research Series, 14: 1-129.
- MAF Biosecurity New Zealand <http://www.biosecurity.govt.nz/>
- Morton, B. 1989. Life-history characteristics and sexual strategy of *Mytilopsis sallei* (Bivalvia: Dreissenacea), introduced into Hong Kong. *Journal of Zoology*, 219: 469-485.
- Rainer, S. F. 1995. Potential for the introduction and translocation of exotic species by hull fouling: a preliminary assessment. CSIRO Technical Report 1, 1-19.
- State of California Resources Agency Department of Fish and Game 2008. California Aquatic Invasive Species Management Plan: 1-136.
- Takata, L., M. Falkner and S. Gilmore 2006. California State Lands Commission Report on Commercial Vessel Fouling in California: Analysis, evaluation, and recommendations to reduce nonindigenous species release from the non-ballast water vector. California State Lands Commission Marine Facilities Division: 1-76.
- 安田 徹 1988. ミズクラゲの研究. (社)日本水産資源保護協会, 水産研究叢書, 37: 1-139.

#### 第4章

##### (生物に関するもの)

- Coutts, A.D.M. 2005. Slow-moving barge introduces biosecurity risk to the Marlborough Sounds, New Zealand. Pp. 29-35. In *Hull fouling as a mechanism for marine invasive species introductions. Proceedings of a workshop on current issues and potential management strategies*. L.S. Godwin (ed.) Honolulu, HI. February 12-13, 2003.
- Foster, B. A. and R. C. Willan 1979. Foreign barnacles transported to New Zealand on an oil platform. *New Zealand Journal of Marine & Freshwater Research*, 13: 143-149.
- Godwin, L. S. 2003. Hull fouling of maritime vessels as a pathway for marine species invasions to the Hawaiian Islands. *Biofouling*, 19, supplement 1: 123-131.
- Takata, L., M. Falkner and S. Gilmore 2006. California State Lands Commission Report on Commercial Vessel Fouling in California: Analysis, evaluation, and recommendations to reduce nonindigenous species release from the non-ballast water vector. California State Lands Commission Marine Facilities Division:

1-76.

Walters, S. 1996. Ballast water, hull fouling and exotic marine organism introduction via ships: A Victorian study. EPA Publication 494, Environment Protection Authority, Melbourne, Victoria: 144pp.

**(廃棄物処理に関するもの)**

海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律

環境省. [http://www.env.go.jp/recycle/waste\\_tech/](http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/)

環境省. <http://www.env.go.jp/nature/intro/index.html>

環境省. [http://www.env.go.jp/recycle/waste/sp\\_contr/index.html](http://www.env.go.jp/recycle/waste/sp_contr/index.html)

経済産業. [http://www.meti.go.jp/policy/chemical\\_management/06DB/index.htm](http://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/06DB/index.htm)

Siyaku.Com. <http://www.siyaku.com/>

中国塗料株式会社. <http://www.cmp.co.jp/product/index.html>

中国塗料株式会社. 主要製品一覧表.

東京化成工業株式会社. <http://www.tokyokasei.co.jp/product/>

特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律

(独)製品評価技術基盤機構.

[http://www.safe.nite.go.jp/japan/prtrmsds/PRMS\\_db\\_index.html](http://www.safe.nite.go.jp/japan/prtrmsds/PRMS_db_index.html)

日本ペイントマリン株式会社. <http://www.nippe-marine.co.jp/products/>

廃棄物の処理及び清掃に関する法律

和光純薬工業株式会社. <http://www.wako-chem.co.jp/>

略語・用語集（略語集）

	略号	英名	日本名
<b>A</b>	<b>ASTM</b>	American Society for Testing Materials	米国材料試験協会
<b>B</b>	<b>BPD</b>	Biocide Product Directive	生物殺傷性製品指令
<b>C</b>	<b>CAS</b>	Chemical Abstract Service	化学物質に認識番号 CAS number の付与サービスを行う米国化学会内の組織
	<b>CEPE</b>	European Confederation of Paint, Printing Ink and Artists' Colours Manufacturers' Associations	ヨーロッパ塗料工業会連合
<b>D</b>	<b>DBT</b>	Dibutyltin	ジブチルスズ
<b>E</b>	<b>EC</b>	European Commission	欧州委員会
	<b>EC 50</b>	Median (50%) Effect Concentration	半数(50%)影響濃度
	<b>EU</b>	European Union	欧州連合
<b>F</b>	<b>FIFRA</b>	Federal Insecticide, Fungicide and Rodenticide Act	米国の連邦殺虫剤・殺菌剤・殺鼠剤法
<b>H</b>	<b>HPV</b>	High Production Volume Chemicals	高生産量化学物質
	<b>HSE</b>	Health and Safety Executive	英国安全衛生局
<b>I</b>	<b>IC 50</b>	Median (50%) Inhibition Concentration	半数(50%)阻害濃度
	<b>IMO</b>	International Maritime Organization	国際海事機構
	<b>ISO</b>	International Organization for Standardization	国際標準化機構
	<b>IUCLID</b>	International Uniform Chemical Information Database	国際共通化学情報データベース
<b>L</b>	<b>LC 50</b>	Median (50%) Lethal Concentration	半数(50%)致死濃度
	<b>LOEC</b>	Lowest Observed Effect Concentration	最小影響濃度
<b>M</b>	<b>MBT</b>	Monobutyltin	モノブチルスズ
	<b>MSDS</b>	Material Safety Data Sheet	製品安全データシート
<b>N</b>	<b>NOEC</b>	No Observed Effect Concentration	最大無影響濃度
	<b>NRA</b>	National Registration Authority for Agricultural and Veterinary Chemicals	豪州の農畜産薬登録庁
<b>O</b>	<b>OECD</b>	Organization for Economic Co-operation and Development	経済協力開発機構
<b>P</b>	<b>PBT</b>	Persistent, Bioaccumulative, and Toxic criteria	化学物質の残留性、生物蓄積性、毒性の基準
	<b>PEC</b>	Predicted Environmental Concentration	予測環境濃度
	<b>PNEC</b>	Predicted No Effect Concentration	予測無影響濃度
	<b>PMRA</b>	Pest Management Regulatory Agency	カナダ有害生物管理規制局
	<b>PRTR</b>	Pollutant Release and Transfer Register	化学物質排出移動量届出制度
<b>R</b>	<b>REACH</b>	Registration, Evaluation, Authorization, and Restriction of Chemicals	欧州での化学物質の登録、評価、認可及び制限に関する規制
<b>S</b>	<b>SIDS</b>	Screening Information Data Set	既存化学物質の初期有害性評価文書
<b>T</b>	<b>TBT</b>	Tributyltin	トリブチルスズ
	<b>TBTO</b>	Tributyltin oxide	酸化トリブチルスズ
<b>U</b>	<b>USEPA</b>	United States Environmental Protection Agency	米国環境保護庁
<b>V</b>	<b>WHO</b>	World Health Organization	世界保健機構

## 略語・用語集（用語集）

### [A]

#### AFS条約（International Convention on the Control of Harmful Anti-Fouling Systems on Ships, 2001 : 船舶の有害な防汚方法の規制に関する国際条約）

船舶用塗料等による海洋環境及び人への悪影響を減少させることを目的として、有機スズ化合物の船底防汚塗料への使用の禁止等、船舶の有害な防汚方法の規制について定めた国際条約。条約の概要は以下の通りである。

- (1) 2003年1月1日以降は、有機スズ系船舶用塗料の新たな塗布を禁止し、2008年1月1日以降は、既に塗布されている有機スズ系船舶用塗料を船体から完全除去するか、同塗料が海水へ溶出しないよう塗膜を塗布すること。  
(注) 条約上使用禁止となる塗料については、附属書1において「殺生物剤として機能する防汚方法中の有機スズ系化合物※」とされている。
- (2) 今後、有機スズ系船舶用塗料以外の塗料等が有害と判断される場合には、国際海事機関（IMO : International Maritime Organization）における専門家による検討を経た上で、規制対象に追加される。
- (3) 船舶が規制対象の塗料等を塗布しているか否かについては、旗国が検査により確認を行い、検査合格船舶には、証書が発給される。また、外国船舶に対しては、寄港国が立入検査（ポートステートコントロール）をすることができる。なお、現在は未発効であるが、25以上の国数が批准し、さらにそれらの国の船腹量の合計が世界の船腹量の25%以上に達した日の後の12ヵ月後に発効することとなっている。日本は、2003年2月21日に閣議決定を得て、5月22日に国会承認、7月8日に受託書寄託している。

なお、2007年9月17日にパナマがAFS条約を批准したことにより、25カ国が批准及びその商船船腹量の合計が世界の商船船腹量の38.11%となり発効要件が満たされた。このため、AFS条約は2008年9月17日に発効することになった。

※トリブチルスズ（TBT）化合物等の有機スズ系化学物質については、船底部への貝等の付着を妨げるための防汚剤として塗料に含まれている。日本においては、平成元年にビス（トリブチルスズ）=オキンド及びトリフェニルスズ（TPT）化合物をそれぞれ、化学物質審査規制法の第一種特定化学物質及び第二種特定化学物質に指定し、さらに平成2年に残りのTBT化合物を第二種特定化学物質に指定している。第二種特定化学物質については、その後、代替物質の開発や転換など関係工業会の取組により、船底塗料用有機スズ系塗料の生産・使用の自粛が行われ、TPT化合物については平成9年度以降、TBT化合物についても平成11年度以降、製造されていない。こうした取組を背景として、我が国は条約策定に当たり主導的役割を果たした。

### [E]

#### EC50（Effect Concentration 50 : 半数阻害濃度）

化学物質に暴露した試験生物の半数（50%）が試験期間内に有害影響（例えば、ミジンコでの遊泳阻害や藻類での生長阻害など）を示す濃度のこと。数値が小さいほど対象化学物質の急性毒性の強さが強いことを示す。

#### ECOTOXデータベース

米国EPA（環境保護庁）の研究開発部（Office of Research and Development : ORD）とthe National Health and Environmental Effects Research Laboratory（NHEERL）のMid-Continent Ecology Divisionにおいて開発された、水生生物、陸域植物、野生動物に対する化学物質の毒性データを提供するインターネット上で閲覧可能な包括的なコンピューター・データベースシステム。

ECOTOXは、環境の調査研究に対する有益な情報を提供するのに加えて、工業製品や農薬、金属類の評価、排水に関連した影響評価、ならびにモニタリングデータの評価に用いられる。このデータベースはU. S. EPAや他の米国連邦機関や地方自治体、さらには国際的な政府機関等において検討されている生態系の管理システムの展開に有効とされている。このデータベースを用いることにより、生態



リスク評価を行う上で必要なデータを効率的に収集することができる。ECOTOX システムでは、水生生物に関する毒性データを収納した「AQUIRE (AQUatic toxicity Information REtrieval)」、陸生植物を対象とする「PHYTOTOX」及び野生生物に関する毒性データベースである「TERRETOX」の3つのデータベースから構成されている。なお、インターネット上の検索システムは、これらのデータベースを統合して構築されているため、データベース毎に分けて検索することはできない。検索結果は生息域 (Aquatic:水域、Terrestrial:陸域) に分けられて表示され、陸域生物に関連している「PHYTOTOX」データベースと「TERRETOX」データベースでのデータは「TERRESTRIAL REPORT」として表される。ECOTOX データベースは、生態系への毒性について公表された知見を収集、レビューし、収録して作成されている。

## [I]

### IMO (International Maritime Organization : 国際海事機関)

国際貿易に従事する海運に影響のあるすべての種類の技術的事項に関する政府の規則及び慣行について、政府間の協力のための機構となり、政府による差別的措置及び不必要な制限の除去を奨励し、海上の安全、能率的な船舶の運航、海洋汚染の防止に関し最も有効な措置の勧告等を行うことを目的 (IMO条約 第1条に規定) に設立された国際機関。

海運は元来非常に国際性の高いものであるため、19世紀後半から主要海運国が中心となって、各種の技術的事項に関する会議を開催し、灯台業務や海難防止、海難救助等の海上の安全の確保を目的とする国際条約等の国際的取決めがなされてきた。第二次世界大戦を経て、国際連合は、船舶輸送の技術面の検討のため、常設の海事専門機関設置の必要性を指摘した運輸通信委員会の報告に基づき、1948年(昭和23年)3月、国際連合海事会議をジュネーブで開催し、IMCO (Inter-governmental Maritime Consultative Organization : 政府間海事協議機関) の設立及び活動に関するIMCO条約を採択した。我国は、戦後の対日平和条約の締結がなされていなかったため、本会議には招聘されなかった。本条約は、その発効要件として100万総トン以上の船腹を有する7カ国を含む21カ国の受諾を求めているが、1958年(昭和33年)3月、我が国が受諾書を寄託することにより発効要件が満たされ、発効に至った。その後、1975年(昭和50年)11月に機関の活動内容の拡大及び加盟国の増加に伴う機関の名称変更等の必要性に鑑み、IMCO条約の改正が採択され、1982年(昭和57年)5月に同改正が発効したことにより、IMCOはIMO (International Maritime Organization : 国際海事機関) に改称され、現在に至っている。

## [L]

### LC50 (50% Lethal Concentration : 半数致死濃度)

化学物質に暴露した試験生物の半数 (50%) が試験期間内に死亡する濃度のこと。数値が小さいほど、対象の化学物質の急性毒性が強いことを示す。

## [M]

### MAM-PECモデル

欧州塗料メーカー協議会 (セペ) において、汎用的なリスクアセスメント/化学運命モデルとして開発された防汚物質等の海洋環境濃度を予測するモデル (Current risk-assessment models usually include only a limited number of emission, transport and chemical fate pathways required for a reliable assessment of the fate of antifouling products)。防汚塗料種、塗料の溶出、環境中への分配、水温、塩分、生分解、吸着、海洋環境等をもとに、環境予測濃度 (PEC; Predicted Environmental Concentration) の予測を行うモデル。

### MEPC (Marine Environment Protection Committee : 海洋環境保護委員会)

IMOの下に設置された委員会の一つで、IMOの全ての加盟国で構成され、船舶に起因する海洋汚染の防止に関する国際条約の採択、改正及び各国への通報、条約の実施を促進する措置の検討等を任務とする。詳細な検討は関係小委員会 (Sub-Committee、たとえばBLG小委員会) に付託されている。

### MSC (Maritime Safety Committee : 海上安全委員会)

IMOの下に設置された上部委員会の一つで、IMOの全ての加盟国で構成され、船舶の構造・設備、危

険貨物の取扱い、海上の安全に関する手続き・要件、安全の見地からの配員、その他海上の安全に直接影響のある事項を審議、検討し、関連する国際条約の採択、改正及び各国への通報、条約の実施を促進する措置の検討等を任務とする。詳細な検討は下部の関係小委員会（Sub-Committee）に付託されている。

#### MSDS（制度）

事業者が特定の化学物質を含んだ製品を他の事業者に出荷する際に添付しなければならない安全情報を記載したシートのこと。日本では、化審法に定められた第一種指定化学物質、第二種指定化学物質及びそれらを含む製品（指定化学物質当）を他の事業者に譲渡・提供する際にMSDSの提供を義務づけている。

#### [N]

#### NIS（Non-indigenous species：移入種）

過去あるいは現在の自然分布域以外に人為的に導入された種、亜種、それ以下の分類群であり、生存し、繁殖することができるあらゆる器官、配偶子、種子、卵、無性的繁殖子を含む。

#### NOEC（No Observed Effect Concentration：最大無影響濃度）

化学物質に暴露した試験生物において、試験期間内に試験動物に対して（統計的に）有意な影響を与えない最高濃度のこと。一般には、LC50またはEC50などをアセスメント係数で除することで算定する。化学物質の急性または慢性毒性の強さを示す指標として利用される。

#### [P]

#### PEC（Predicted Environmental Concentration：予測環境濃度）

化学物質の環境中でのリスク評価の際に、その化学物質の物理化学的性状、環境中運命、排出量および受容環境の属性等を使用して数学的なモデルにより算出（予測）した環境中濃度のこと。

#### PNEC（Predicted No Effect Concentration：予測無影響濃度）

化学物質の環境中でのリスク評価の際に、その化学物質が環境生物（生態系）に有害な影響を起さないと予測される濃度。通常、PNECは実験室で得られた毒性値（有害性データ）を生態系に影響のない濃度へ外挿することによる不確実性について、毒性値をアセスメント係数で除すことにより安全性を確保している。

#### [あ]

#### アセスメント係数

毒性試験結果を用いて生態系へのリスク評価を行う際、十分なデータが得られていない場合など、急性毒性（短期毒性）のデータから慢性毒性（長期毒性）の無影響濃度（NOEC）を、また慢性毒性の最低値から実環境への影響を推定するのに用いられる安全係数。通常、元の毒性値の信頼性などに基つき10～1000で毒性値を除する。

#### [か]

#### 化審法（化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律）

ポリ塩化ビフェニル（PCB）による環境汚染問題を契機として1973年に制定され、その後1986年と2003年に大幅な法改正が行われた。新たに製造・輸入される化学物質について難分解性、生物濃縮性（蓄積性）、人や動植物への有害性を事前審査するとともに、環境を経由して人の健康または動植物の生息・生育に影響を及ぼすおそれがある化学物質の製造、輸入及び使用を規制する仕組みを定めている。法律の所管は、厚生労働省・経済産業省・環境省。

本法では、難分解性、生物濃縮性、かつ人または高次捕食動物に有害と判断されたものを第一種特定化学物質に指定し、その製造・輸入は許可制としている（実質的に製造・輸入の禁止と同様の効果を持つ）。また、難分解性で、人または動植物に有害と判断されたものは第二種特定化学物質に指定され、製造・輸入量の届出、環境汚染防止のための措置、表示などの義務が課される。さらに、第一種特定化学物質に該当する疑いのあるものは第一種監視化学物質、また第二種特定化学物質に該当する疑いのあるもので人への有害性に係るものは第二種監視化学物質又は指定化学物質、動植物への有

害性に係るものは第三種監視化学物質に指定され、製造・輸入量の届出などが義務づけられる。

2008年3月時点で第一種特定化学物質にPCBやDDTなど16物質、第二種特定化学物質にトリブチルスズ=クロリド、トリフェニルスズ=ヒドロキシドなどの有機スズ化合物、トリクロロエチレンなど23物質、また第一種監視化学物質に36物質、第二種監視化学物質及び指定化学物質に932物質、第三種監視化学物質に115物質がそれぞれ指定されている。

## 【さ】

### シリコン系塗料

表面張力の低いシリコン系合成樹脂を複数の特殊な表面調整材で変性し、これを塗膜要素とすることにより表面構造が疎水-親水のマイクロ相分離構造となる塗料の総称。銅化合物や有機錫化合物などの重金属や防汚剤を一切使用せず、塗膜表面性を利用した防汚塗料であることから海洋を汚染しないとされている。

## 小委員会

IMOにおける審議の効率を図るため、その所属する上部委員会（MSC及びMEPC）の付託を受け、専門的な技術的事項について審議をする会議。小委員会での検討結果は上部委員会に報告され、条約改正等のIMOとしての最終決定は原則として上部委員会にて行われる。

## 【は】

### バイオサイド系塗料

生物制御または生物除去に使用される特殊な有機/無機化学物質を主体とした塗料のこと。

## 廃掃法（廃棄物の処理及び清掃に関する法律）

廃棄物の排出を抑制し、及び廃棄物の適正な分別、保管、収集、運搬、再生、処分等の処理をし、並びに生活環境を清潔にすることにより、生活環境の保全及び公衆衛生の向上を図ることを目的とし、廃棄物の定義、国民、事業者、国、地方公共団体の責務、一般廃棄物の処理、産業廃棄物の処理等について定めた法律。1900年に伝染病の蔓延を防ぐために制定された汚物掃除法が元となっており、1954年に清掃法に改正され、1970年の公害国会において、清掃法を全面的に改める形で、廃棄物の処理及び清掃に関する法律として成立した。

## バラスト水管理条約（International Convention for the control and management of Ships' Ballast Water and Sediments, 2004）

環境や人の健康、経済活動に対して有害な水生生物及び病原体の移動を防止することを目的として、船舶のバラスト水及び沈殿物に関する規制及び管理を行うための国際条約。正式名称は、船舶のバラスト水および沈殿物の規制および管理のための国際条約で、2004年2月、国際海事機関（IMO）で採択されたが未発効である。発効要件は、批准国30以上かつ商船船腹量35%以上となっている。2007年8月現在の批准国は10カ国である。

同条約は、条約締約国に籍を置く他国の管轄する水域への航海に従事する船舶（ただし、バラスト水を積載しない船舶、軍艦などを除く）に適用され、締約国は条約の附属書に示されている規則をその国の船舶に適用する義務を有するとされている。条約発効後に実施が義務づけられるバラスト水管理方策は、①外洋上でのバラスト水交換、②バラスト水排出基準（D-2基準）を満足するバラスト水処理、③受入施設へのバラスト水排出、④MEPCで承認される他の方策、のいずれかとされ、2009年以降の新船から段階的に下記のD-2基準を満たす生物殺滅性能を有するバラスト水処理システムの搭載を義務付けることが定められている。

### バラスト水排出基準（D-2基準）

#### 1. 海洋生物に関する排出基準

- ①排出バラスト水に含まれる最小サイズが50  $\mu\text{m}$  以上の生きている生物量は1  $\text{m}^3$  当たり10

個体未満であること、かつ

- ②最小サイズが10  $\mu\text{m}$  以上でかつ50  $\mu\text{m}$  未満の生きている生物量は1 mL 当たり10 個体未満であること。（最小サイズとは、長さ、幅、厚さのうち一番小さい値）

## 2.指標病原菌に関する排出基準

- ①排出バラスト水に含まれる病原性コレラ菌の数は、バラスト水100ml 当たり1 cfu 未満、または動物プランクトンは、湿重量1 g当たり1 cfu 未満（cfu はcolony forming unit, コロニー形成単位）であること、かつ
- ②大腸菌の数は、バラスト水100 mL 当たり250 cfu 未満であること、かつ
- ③腸球菌の数は、バラスト水100 mL 当たり100 cfu 未満であること。

なお、バラスト水処理での殺生物性を持つ活性物質の使用にあたっては、環境への有害性に十分配慮する必要があることから、バラスト水管理条約では、活性物質または製剤を利用するバラスト水管理システムについて、MEPCにより策定された事前評価手順に基づいて事前評価したものをMEPCが審査し、適切であればその物質及びその物質を用いた管理システムをMEPC が承認する国際的な承認手続きが必要であることが明記されている。



この報告書は、競艇交付金による日本財団の助成金を受けて作成しました。

平成20年度 外来生物の船体付着総合管理に関する調査報告書

平成21年3月発行

発行 海洋政策研究財団(財団法人シップ・アント・オーシャン財団)

〒105-0001 東京都港区虎ノ門1-15-16 海洋船舶ビル  
TEL 03-3502-1828 FAX 03-3502-2033  
<http://www.sof.or.jp>

本書の無断転載、複写、複製を禁じます。

ISBN978-4-88404-223-3

