

# 防汚塗料の防汚効果評価 手法の構築に関する研究

海上技術安全研究所: 安藤 裕友, 友弘智, 小島 隆志  
日本エヌ・ユー・エス(株): 小林 聖治  
中国塗料(株): 関 庸之  
日本ペイントマリン(株): 島田 守  
長崎大学: サトイト シリル グレン

◆船舶の航行に伴う水生生物の越境移動が海洋環境へ影響を与えることが懸念された。

⇒国際的な規制などで対応が必要

・船舶のバラスト水を介して水生生物が越境移動することを抑制する目的で「バラスト水管理条約」が2004年に採択され、将来的に発効。

・船舶の外板等に付着した水生生物が越境移動することを抑制する必要性が提起された。

⇒外来水生生物の越境移動を最小化にするための船舶の生物付着及び制御のためのガイドライン(船体付着生物管理ガイドライン)が非強制的に2011年に採択された。

# 船体付着生物管理ガイドライン

- ◆ ガイドライン中で、防汚塗料は、汚損防止のPrimary meansと位置づけられている。
  - ⇒ 防汚塗料を選択／施工時には、専門家の助言に基づいて最適技術を選択することが推奨されている。
  
- ◆ ガイドラインの実効性について5年間のレビューを実施
  - ⇒ 5年目に包括レビューで検証される予定
  
- ◆ ガイドラインの実効性の疑問？
  - ⇒ 義務化を含んだ議論に発展する可能性
  - ⇒ 防汚塗料についても、一定の防汚性能を確保するために塗料及び塗装施工の認証等の規制
  - ⇒ 認証等が行えるように塗料の防汚効果の評価が重要

# 防汚効果評価手法の要件

## 【簡便かつ合理的な防汚効果(Efficacy)の評価手法】

- ①場所や季節に依存しないuniversalな方法
  - 一定環境下で実施するラボ試験
  - 短期間（数週間）の試験で評価可能
- ②船体に付着する多様な生物を包含する方法
  - 一般的に生息している動物種及び藻類を使用した試験
  - 生物付着の判定が容易
- ③再現性があり，科学的な根拠を有する方法



現状は、塗料メーカー各社が自社で実施  
方法は各社独自（in-house method）  
実海域（実船、raft）では海域、季節等で変動

# 防汚効果評価手法の課題

## ◆塗料を評価するための2つの問題

1) 船底塗装の表面性状は、塗装直後から大きく性状が変化し、一定期間ののちに安定

⇒動的養生を施し、防汚剤の溶出速度が安定した試験で実施.

2) 塗装面から溶出する防汚物質が試験容器内の海水に蓄積

⇒試験容器内の海水を換水. 生物への影響が無い状態での試験を実施.

## ◆防汚効果の違いを判定出来るようにすること.

⇒防汚剤の配合量を系統的に変えた塗料を使用

## ◆ラボ評価手法の妥当性の検証

⇒実海域静置浸漬試験の結果との比較

⇒構築した試験手法を複数機関で実施

# 塗料サンプルおよび試験片

## ■ 塗料サンプル

亜酸化銅 ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) 量を系統立てた塗料サンプルについて試験を実施。

試作サンプルNo.	Control	CuA-1	CuA-2	CuA-3	CuA-4	CuA-5	CuA-6
$\text{Cu}_2\text{O}$ 量	0 (塩ビ)	0	5	10	20	30	40

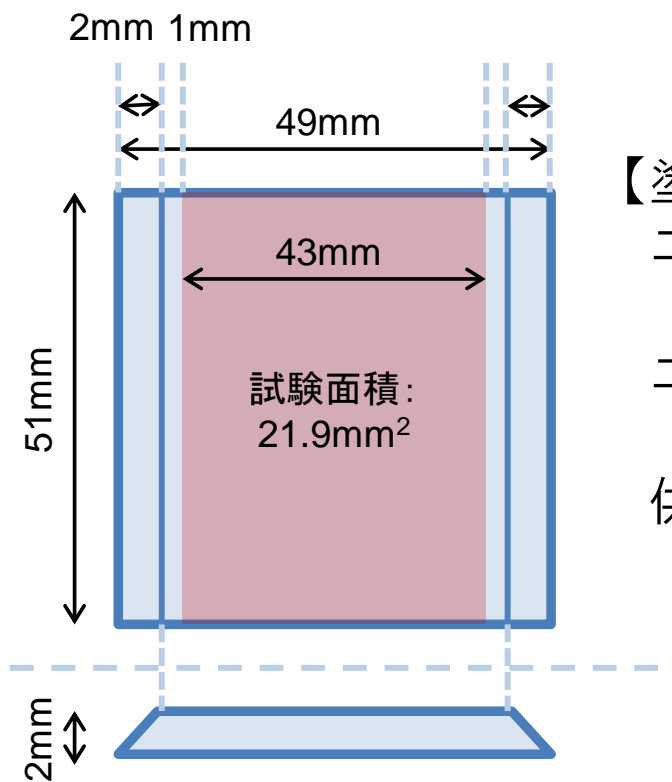
## ■ 試験片

実海域静置防汚試験パネル両面)  
(サンドブラスト鋼板)



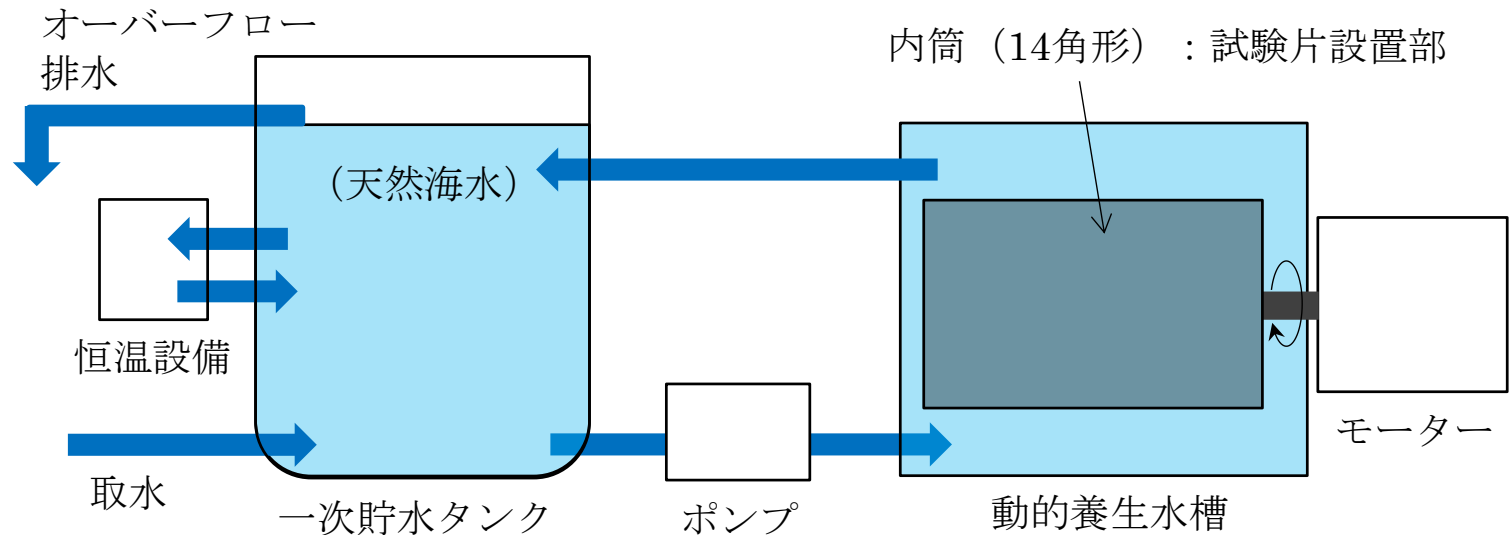
70mm (板厚: 1.6mm)

生物検定試験パネル(片面)  
(ポリ塩化ビニル板)



【塗装仕様 (試験面)】  
 エポキシ系防食塗料  
 100 $\mu$ ×1  
 エポキシ系バインダー  
 100 $\mu$ ×1  
 供試防汚塗料  
 50 $\mu$ ×2

# 試験片の動的養生



動的養生時の様子  
(一時的に遮蔽シート除去)

## ■ 目的

防汚剤の浸漬初期の高濃度溶出を排除し、実船塗装表面を模擬。

## ■ 動的養生条件：

20°C，10Knot相当，45日間，  
暗所状態，天然海水を随時交換

# 実海域静置浸漬試験：実験方法

## ◆ 浮き筏と試験ラックの設置



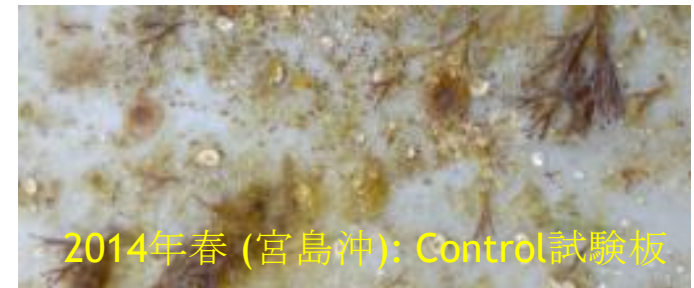
## ◆ 実施状況

試験季節： 2013年夏 (Round1) , 秋 (Round2) , 冬 (Round3) , 2014年春 (Round4)

試験場所： 瀬戸内海 (宮島沖, 玉野沖)

試験期間： 28日間

評価： 目視観察及び指触

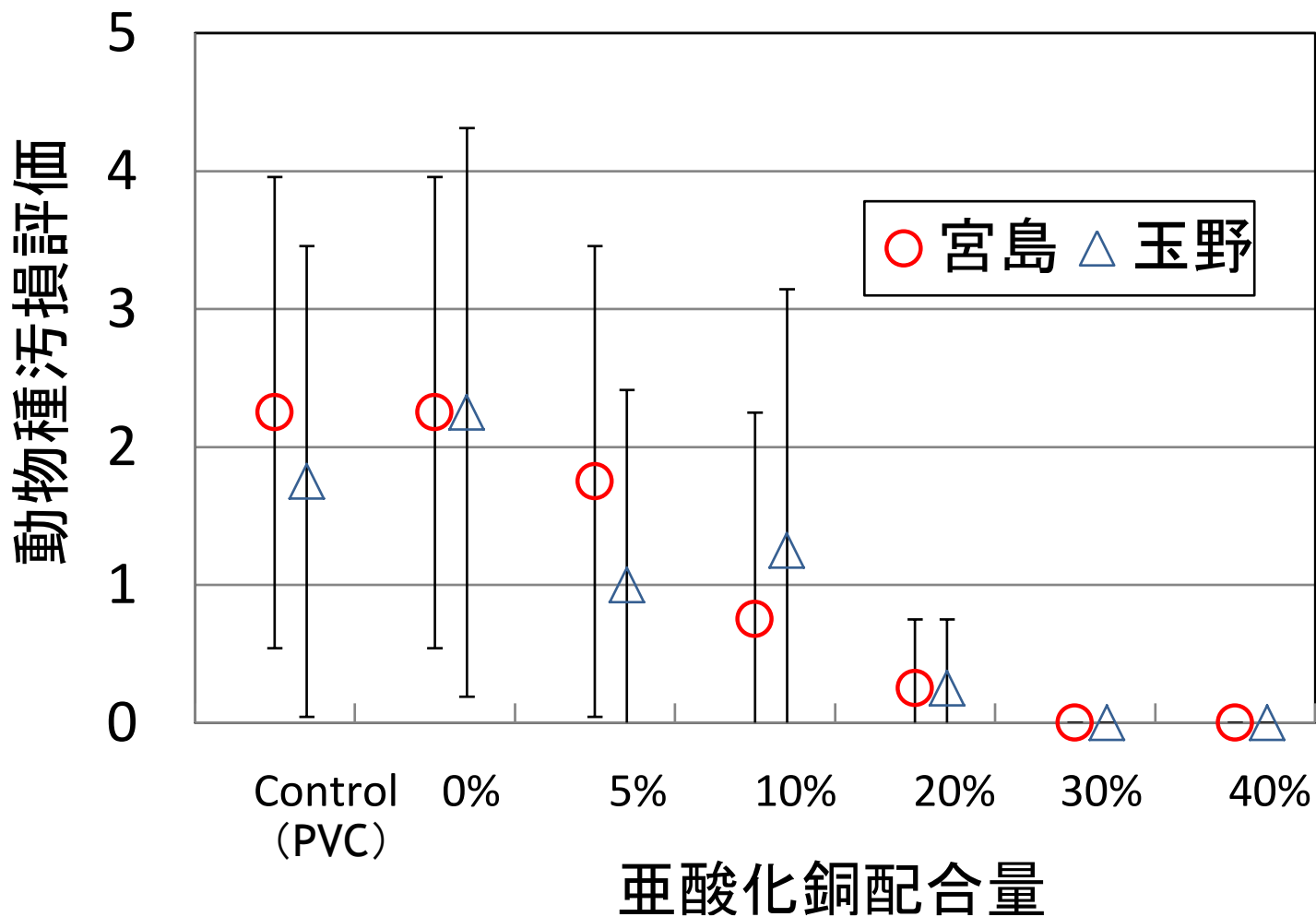


### 【動物種汚損評価】

『0点：汚損なし， 1点：ごく僅か( $\leq 0.3\%$ )， 2点：僅か( $\leq 1\%$ )， 3点：少ない( $\leq 3\%$ )， 4点：やや多い( $\leq 10\%$ )， 5点：多め( $> 10\%$ )』とした．括弧内の数値はおおよその汚損占有面積を示す．

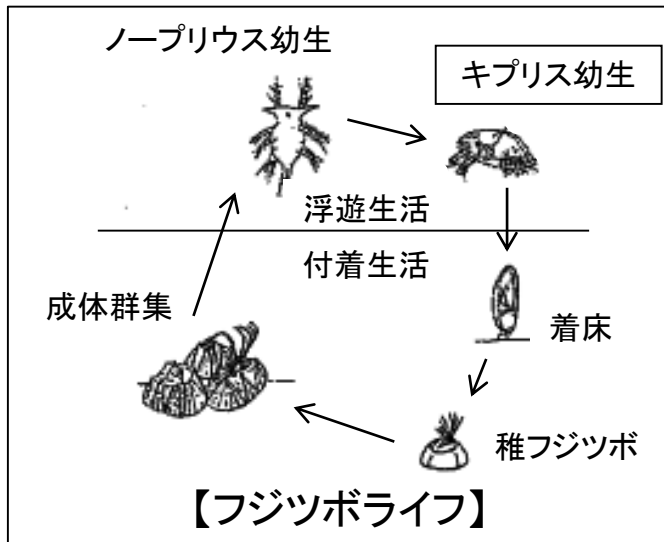


# 実海域静置浸漬試験の結果



主な付着生物種: 管棲多毛類, フジツボ, コケムシなど

# タテジマフジツボの試験方法

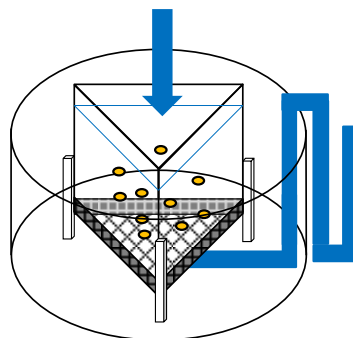
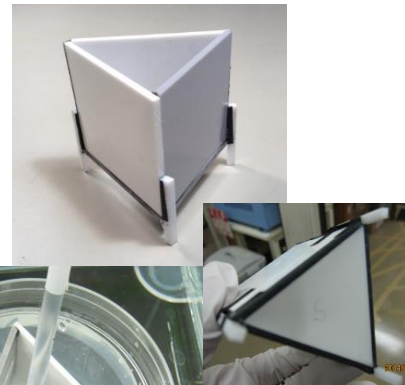


タテジマフジツボ  
成体を採集し、  
キプリス幼生を  
室内育成

3日齢  
キプリス幼生

三角試験体  
(1辺: 5×5cm)

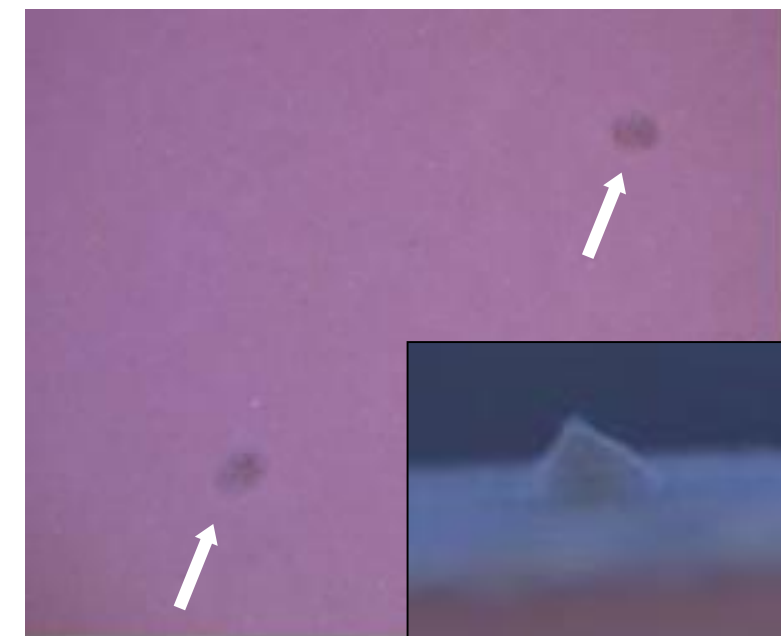
100個体を投入



- ①試験水:天然海水(ろ過)
- ②換水率:7ml/min
- ③試験期間:48hrs

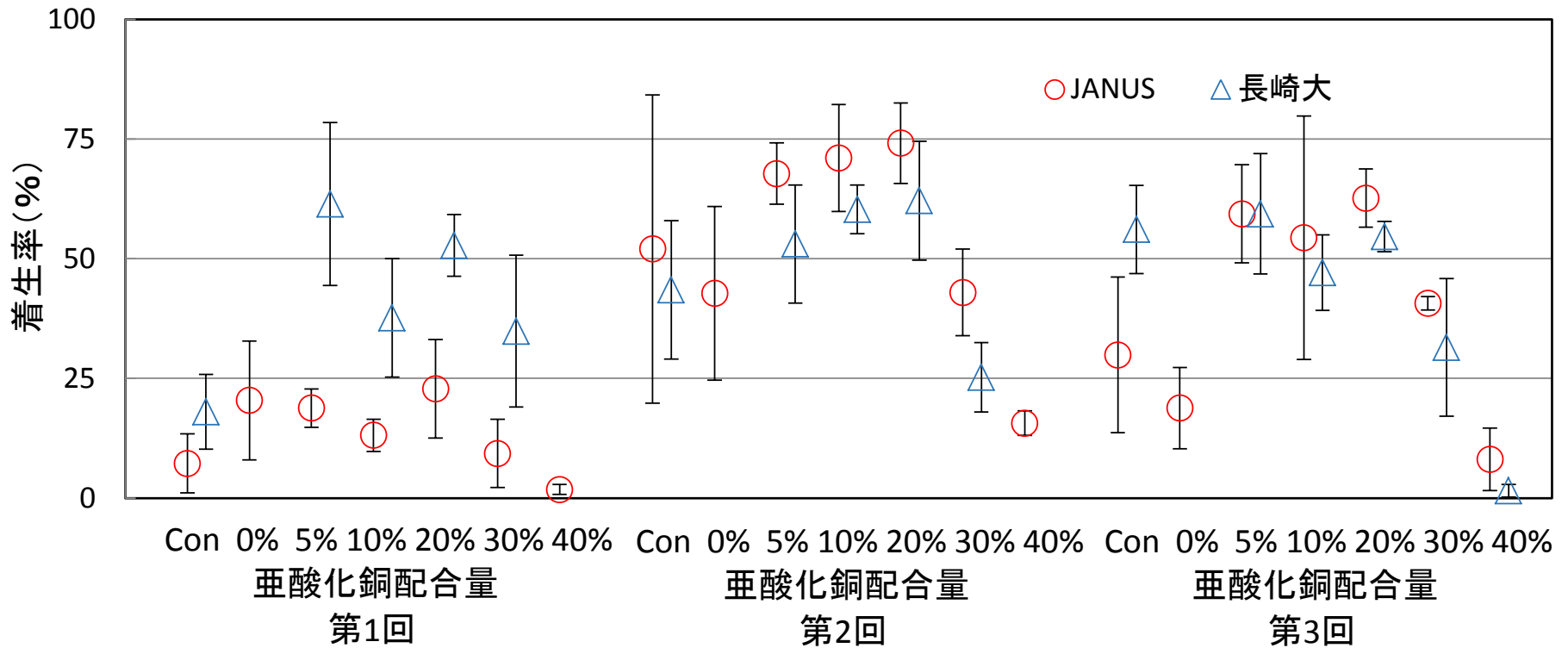


着床変態したフジツボ個体  
数を顕微鏡でカウント.



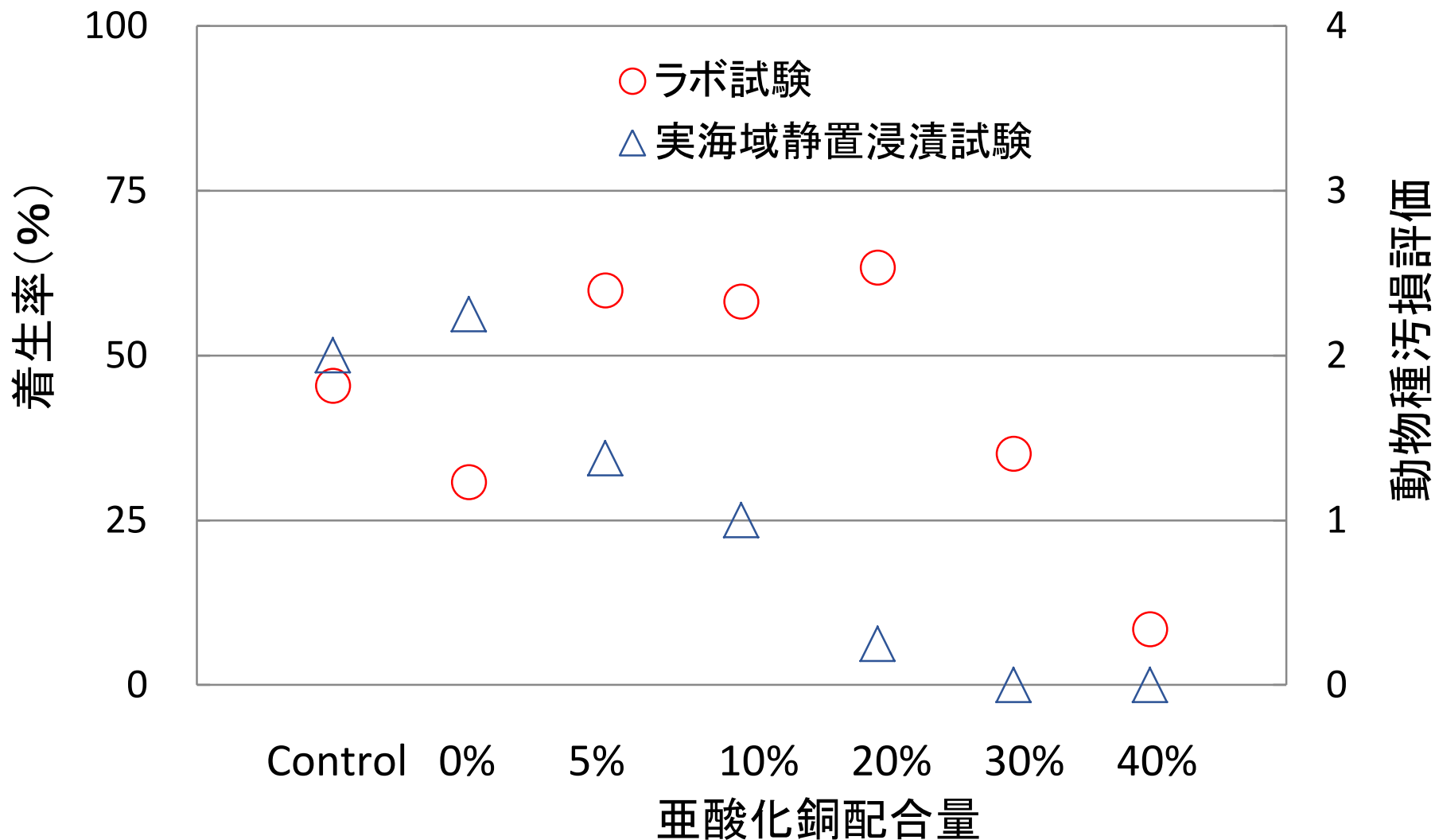
着床変態した稚フジツボ(0.5mm程度)

# タテジマフジツボの各試験回の結果



Control: 黒塗りのPVC

# ラボ試験と実海域静置浸漬試験の比較



# ムラサキイガイの試験方法

8-10mmのムラサキイガイを採集



試験開始1週間前より以下の条件で馴致

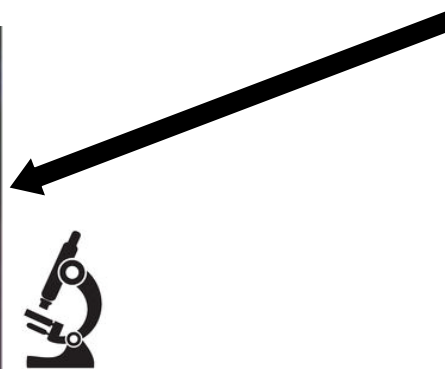
- ・水温:  $20 \pm 2^\circ\text{C}$
- ・海水: 試験海水と同じ
- ・餌: 珪藻
- ・光条件: 3,000lux、12L:12D



馴致中の生存率が95%以上のグループのみ供試、



探索中



足糸(繊維状の接着タンパク質)の形成数と付着盤数を顕微鏡でカウント。

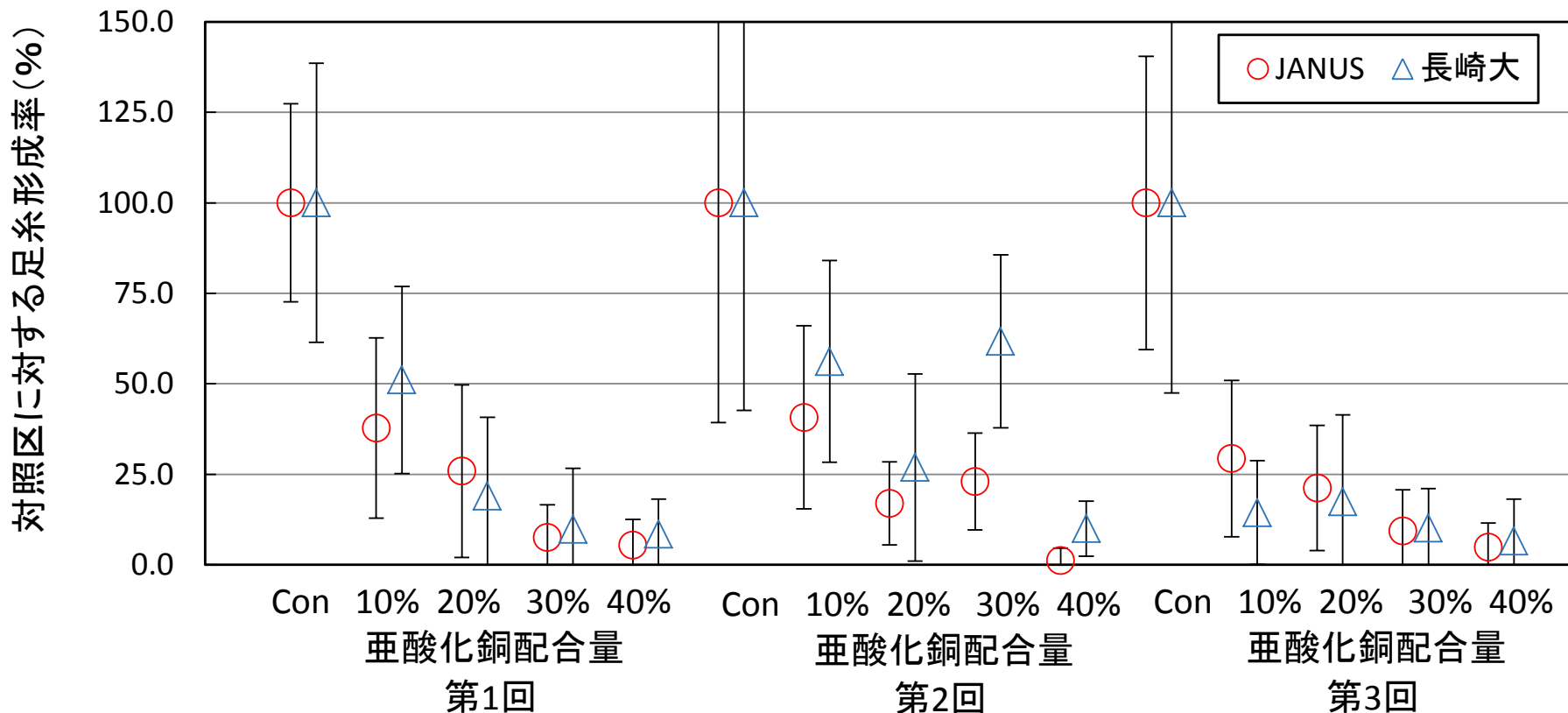


足糸



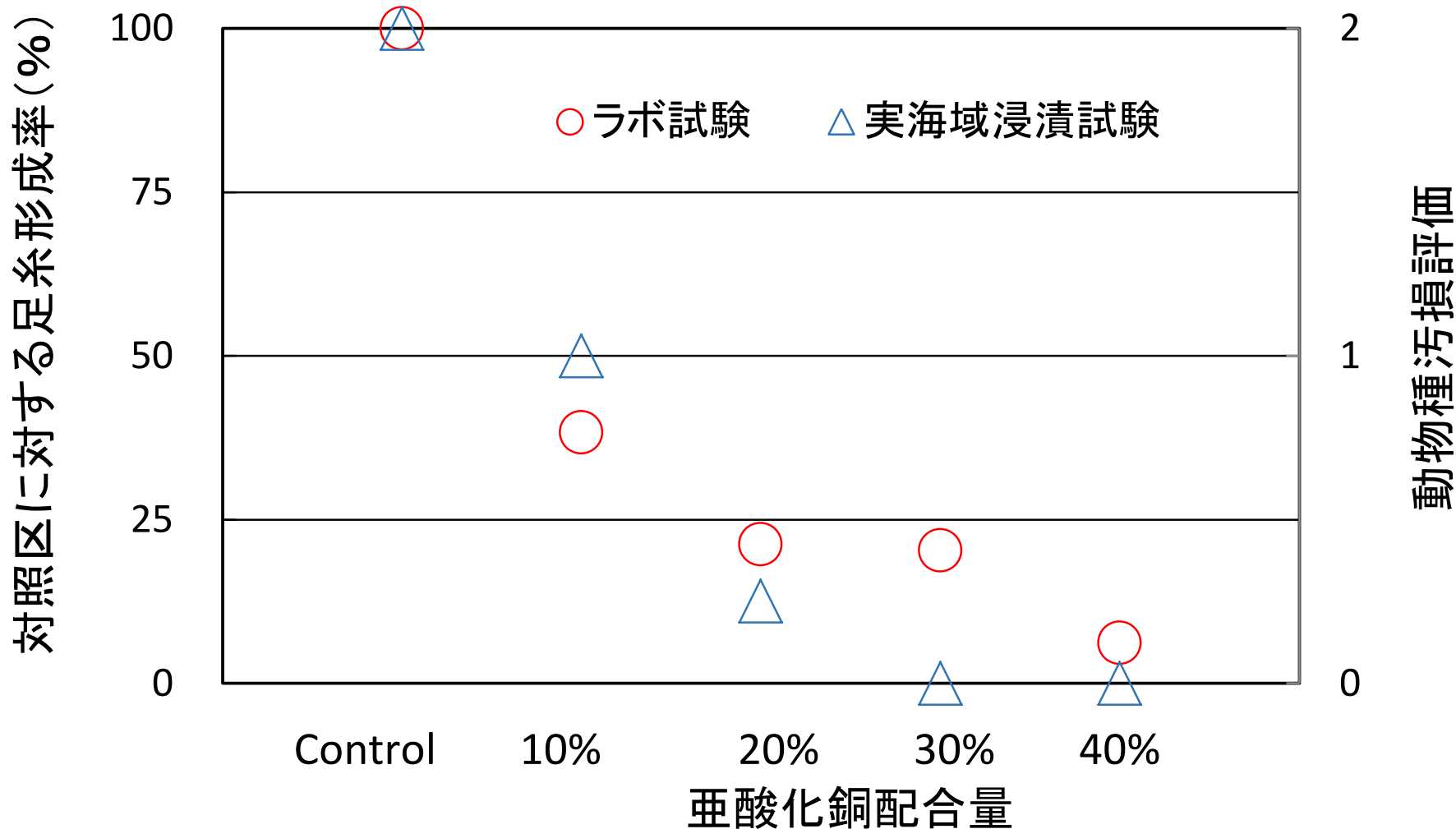
- ①試験水: 天然海水(ろ過)
- ②換水率: 7ml/min
- ③試験期間: 24hrs  
(1day: 12hrs明 + 12hrs暗)

# ムラサキイガイの各試験回の結果



Control: PVC

# ラボ試験と実海域静置浸漬試験の比較



- 防汚塗料を評価する上で問題になっていた2点について解決出来ていることを検証した。
- 異なる量の亜酸化銅（防汚剤）を有する試験塗料を用いることで、実海域浸漬試験とラボ生物試験で生物付着の違いを確認することが出来た。
- 実海域浸漬試験とラボ生物試験の生物付着傾向は、
  - ✓ タテジマフジツボについては、厳しめの評価結果
  - ✓ ムラサキイガイについては、ほぼ同じ評価結果
- 構築したラボ試験方法であれば、防汚塗料の防汚効果を評価することが可能であることを確認出来た。

## 謝辞

本研究は日本財団の助成事業「船舶関係諸基準に関する調査研究」の一環として、(一財)日本船舶技術研究協会の「船体付着生物管理に関する調査研究(船体付着生物管理プロジェクト)」において実施された。ここに感謝の意を表す。