

令和 6 年 6 月 10 日現在

機関番号：12605

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K12366

研究課題名（和文）船底防汚物質の環境動態および生物影響に関する研究

研究課題名（英文）Fate and biological effects of antifouling biocides

研究代表者

大地 まどか（OHJI, Madoka）

東京農工大学・（連合）農学研究科（研究院）・准教授

研究者番号：40447511

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、船底防汚物質の有機スズ化合物と、その代替の防汚物質に着目し、海洋環境における挙動およびその生物影響を解明することを目的とした。有機スズ化合物と代替防汚物質により、様々な栄養段階の水生生物に対し、負の影響を及ぼすことを明らかにした。また、海洋調査により、世界の沿岸域において船底防汚物質による汚染が拡大していることを解明した。以上より、船底防汚物質による海洋生態系の攪乱の可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

沿岸域において船底防汚物質として使用されてきた有機スズ化合物は、国際的に使用禁止となった現在も沿岸域に残留し、沿岸生態系への影響が懸念される。また、有機スズ化合物の代替防汚物質についても、その海洋環境における挙動や生物影響は未解明である。本研究では、有機スズ化合物および代替防汚物質に着目し、これまでに確立した生物影響評価手法を新規防汚物質に応用するとともに、野外調査により両化合物の汚染状況を把握することにより、両化合物による沿岸生態系攪乱機構を網羅的に解明した。

研究成果の概要（英文）：This study has focused on the biological effects and distribution of organotin compounds and alternative biocides used as antifouling paint for ships and boat in coastal ecosystem. It was found that both antifouling biocides caused deleterious effect on various aquatic organisms. The coastal environment has found to be globally polluted by both antifouling biocides. Therefore, the contamination by antifouling biocides may result in a disturbance in the marine ecosystems.

研究分野：海洋環境学

キーワード：船底防汚物質 有機スズ化合物 代替防汚物質 生物影響 個体群導体 沿岸生態系

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

沿岸域において船舶や漁網等の防汚物質として使用されてきた有機スズ化合物は、極めて高い毒性により国際的に使用が禁止されたが、現在も沿岸域に残留しており、沿岸生態系への影響が懸念される。特に、有機スズ化合物の使用規制がほとんどない東南アジア諸国沿岸域では、今後の汚染の継続・拡大が懸念される。したがって、沿岸域における体系的・継続的な有機スズ化合物のモニタリングが急務である。

また、有機スズ化合物の国際的な使用禁止に伴い、現在、その代替物質が世界的に使用されており、それらによる海洋汚染が懸念されるが、海洋環境における挙動や生物影響は未解明であるため、早急に解明する必要がある。

### 2. 研究の目的

本研究では、船底防汚物質の有機スズ化合物および代替防汚物質に着目し、これまでに確立した水生生物を用いた環境保全研究手法を有機スズ化合物の代替物質に応用するとともに、野外調査により有機スズ化合物およびその代替物質の汚染状況を把握し、両化合物による沿岸生態系攪乱機構を網羅的に解明することを目的とする。

### 3. 研究の方法

#### (1) 生物影響評価

これまでに確立した水生生物を用いた環境保全研究手法を有機スズ化合物の代替物質に応用することにより、生物影響評価を行った。

#### (2) 汚染実態調査

日本および東南アジア沿岸海域の各地点において海水、底泥および生物試料のサンプリングを行い、各試料中の有機スズ化合物および代替防汚物質の濃度を測定することにより、両船底防汚物質による汚染の環境動態を把握した。

### 4. 研究成果

#### (1) 生物影響評価

様々な栄養段階の水生生物に対する船底防汚物質の生物影響を明らかにした。微生物や小型甲殻類を用いた船底防汚物質の暴露実験によって、有機スズ化合物のみならず、代替防汚物質も極めて高い生物毒性を有することを明らかにした。さらに、代替防汚物質の毒性に関しては、親化合物のみならず、その分解産物も極めて高い毒性を有する物質があることを明らかにした。

#### (2) 汚染実態調査

船底防汚物質による汚染実態を把握するため、日本およびマレーシアなどの東南アジア沿岸域において汚染実態調査を行った。その結果、有機スズ化合物および代替防汚物質による汚染は、日本のみならず東南アジアの沿岸域まで拡大していることを明らかにした。

藻場生態系やマングローブ生態系においては、有機スズ化合物および代替防汚物質により複合的に汚染されていることを明らかにした。

#### (3) 総括

本研究では、海洋環境において、国際的に使用が禁止された現在でも、海洋生物に影響を及ぼし得る濃度レベルの有機スズ化合物が存在し、さらにその代替物質による汚染も進行していることを明らかにした。

したがって、今後、有機スズ化合物の汚染の継続と、代替防汚物質による汚染の拡大が懸念された。本研究により、船底防汚物質による海洋生態系の攪乱の可能性と、その解明の必要性が示唆された。

<引用文献>

Langston WJ, Pope ND, Davey M, Langston KM, O'Hara SCM, Gibbs PE and Pascoe PL (2015) Recovery from TBT pollution in English Channel environments: A problem solved? *Marine Pollution Bulletin* 95: 551–564.

Harino H and Yamato S (2021) Distribution of antifouling biocides in a coastal sea of Tanabe Bay, Japan. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 101: 49–59.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 4件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Ohji M, Harino H, Hayashizaki, Yusoff FM, Inoue K	4. 巻 103
2. 論文標題 Bioaccumulation of antifouling biocides in mangroves and seagrasses in coastal ecosystems	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom	6. 最初と最後の頁 e24
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Harino H, Ohji M, Kono K, Onzuka T, Hano T, Mochida K	4. 巻 85
2. 論文標題 Current status of antifouling biocides contamination in the Seto Inland Sea, Japan	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Archives of Environmental Contamination and Toxicology	6. 最初と最後の頁 333-348
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Ohji M, Shibayama K, Harino H, Hayashizaki, Yusoff FM, Inoue K	4. 巻 102
2. 論文標題 Concentrations of organotin compounds in aquatic biota in coastal waters of Johor, Malaysia	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom	6. 最初と最後の頁 408-419
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Ohji M, Harino T, Langston WJ	4. 巻 99
2. 論文標題 Differences in susceptibility of marine bacteria to metal pyrithiones, their degradation compounds and organotin antifouling biocides	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom	6. 最初と最後の頁 1033-1039
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Ohji M, Harino H, Hayashizaki K, Inoue K, Yusoff FM, Nishida S	4. 巻 99
2. 論文標題 Accumulation of organotin compounds on mangroves in coastal ecosystems	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of the Marine Biological Association of the UK	6. 最初と最後の頁 1247-1252
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Ohji M, Kanamori K, Harino H	4. 巻 54
2. 論文標題 Accumulation features of antifouling biocides in seagrass <i>Zostera marina</i> from Tokyo Bay, Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of the Japan Institute of Marine Engineering	6. 最初と最後の頁 107-108
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計11件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 滝口 敢, 張野宏也, 渡邊 泉, 大地まどか
2. 発表標題 東京湾東部沿岸に棲息するアマモ類における船底防汚物質の蓄積特性
3. 学会等名 令和5年度環境化学討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 関戸梨乃, 張野宏也, 渡邊 泉, 大地まどか
2. 発表標題 アルテミア <i>Artemia salina</i> におけるパルプ繊維およびセルロースナノファイバーの急性毒性
3. 学会等名 令和5年度環境化学討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山崎祐輔, 張野宏也, 渡邊 泉, 大地まどか
2. 発表標題 アルテミアArtemia salinalにおけるDiuronとその分解産物3,4-DCAの急性毒性
3. 学会等名 令和4年度環境化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鈴木ありさ, 張野宏也, 大地まどか, 佐々木礼子, 川合真一郎
2. 発表標題 沿岸域と河川域における非フタル酸エステル系可塑剤の汚染実態
3. 学会等名 令和4年度環境化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高橋隆平, 張野宏也, 大地まどか
2. 発表標題 海水におけるDiuronの光分解に対する懸濁物質の影響
3. 学会等名 令和3年度環境化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 南後栄和, 張野宏也, 大地まどか
2. 発表標題 アルテミアArtemia salinalにおける船底防汚物質の毒性に対する塩分の影響
3. 学会等名 令和3年度環境化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大地まどか
2. 発表標題 海洋生物における船底防汚物質の毒性影響
3. 学会等名 日本付着生物学会・日本マリンエンジニアリング学会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 張野宏也, 角舎優一, 大地まどか
2. 発表標題 東京湾周辺沿岸域における化学物質の実態
3. 学会等名 令和2年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岡村 遥, 張野宏也, 大地まどか
2. 発表標題 アルテミアArtemia salinalにおける船底防汚物質の急性毒性影響
3. 学会等名 令和元年度環境化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 曾根高玄, 張野宏也, 大地まどか
2. 発表標題 フナムシ属Ligia sp.における船底防汚物質の蓄積特性
3. 学会等名 2019年度環境化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 張野宏也, 大地まどか, 曾根嵩玄, 大和茂之
2. 発表標題 田辺湾における有機スズ化合物の汚染実態
3. 学会等名 2019年度環境化学討論会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 大地まどか	4. 発行年 2024年
2. 出版社 恒星社厚生閣	5. 総ページ数 -
3. 書名 船底や漁網に使用されている防汚剤の変遷と生物影響	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	張野 宏也  (HARINO Hiroya)  (20291213)	神戸女学院大学・人間科学部・教授    (34510)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------