

## 自己評価報告書

平成 23 年 4 月 9 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2008～2011

課題番号：20310019

研究課題名（和文） 海事活動による港湾底質の汚染評価に関する研究

研究課題名（英文） Study on port sediment pollution by maritime activity

研究代表者

岡村秀雄（OKAMURA HIDEO）

神戸大学・海事科学研究科・教授

研究者番号：90253020

研究分野：海洋環境管理

科研費の分科・細目：環境学・環境影響評価・環境政策

キーワード：多環芳香族炭化水素、生態毒性、海産発光細菌、変異原性

## 1. 研究計画の概要

港湾底質の毒性を評価し、残留する化学物質を明らかにすることにより、船舶運行や臨海地における海事活動の環境管理に資することを目的とした。汚染物質として、船底防汚剤および船舶ディーゼル排ガス由来粒子状物質（SDEP）に吸着する多環芳香族炭化水素（PAH）に着目し、以下の2課題に取り組んだ。

(1) 港湾底質等の毒性評価

(2) 底質に残留する有害化学物質

## 2. 研究の進捗状況

(1) 港湾底質等の毒性評価

## ① 実験材料および毒性の評価方法

底質等の供試試料を有機溶媒で抽出することによって有機性有害成分を抽出し、生態毒性および変異原性を評価した。生態毒性評価には主として海産発光細菌試験を、変異原性評価にはウムラックATを実施した。

## ② 有害化学物質

底質への残留が疑われる有害化学物質として、15種類の防汚剤、16種類のPAH、22種類のニトロ化PAH（NPAH）について、生態毒性および変異原性を評価した。この内、発光細菌阻害を示したのは数種の防汚剤のみで、PAHの阻害は弱かった。一方、直接変異原性および間接変異原性を示したのは1種類のPAHと11種類のNPAHであり、防汚剤には変異原性は認められなかった。

## ③ 排ガス粒子状物質

A 重油を燃料とする本学部練習船の煙突附着煤、C 重油を燃料とする実験用エンジンの冷却器附着煤には、変異原性が認められた。検出された単一の物質で、変異原性を説明することはできなかった。

## ④ 塗料廃棄物および底質

船舶修繕ドックで採取した3種類の塗料廃棄物の有機溶媒抽出物は、発光細菌に対して強い阻害を示した。2005年から2010年に大阪湾の同一の港湾域や船舶修繕ドック周辺で経年的に採取した底質100試料の有機溶媒抽出物も同様に、発光細菌に対して阻害を示した。一方、塗料廃棄物と底質の抽出物はともに変異原性を示さなかった。

(2) 底質に残留する有害化学物質

## ① 分析方法の開発

PAH、NPAH、防汚剤についてそれぞれHPLCを用いた残留分析手法を開発した。

## ② 化学物質の残留

塗料廃棄物の有機溶媒抽出物には、3種の防汚剤および数種の分解産物の残留が認められた。残留濃度と毒性強度から、発光阻害への寄与が高かった防汚剤はシーナイン211および銅ピリチオンと推定した。

毒性の強い数種類の底質を用いて防汚剤およびPAHの残留分析を行ったところ、いずれも検出限界以下であった。残留分析の結果と1の生態毒性評価の結果から、底質に観察された毒性には分析対象とした防汚剤やPAH以外の未同定の成分が寄与していると考えられた。

## 3. 現在までの達成度

② おおむね順調に進展している。

理由

現時点で、港湾底質の毒性の強さで、汚染の程度を定量的に評価できた。ターゲットとした防汚剤やPAHなどの有害物質によって観察された毒性強度を説明できないことは、当初のシナリオに入っているため、今後は、港湾底質に共通して存在する未知の有害成分

を探索すること、さらに有害物質間の複合的な毒性作用の可能性を評価する必要性が高まった。原因物質である可能性を、物質ごとに一つ一つつぶしており、現在までは順調な進展と判断する。

#### 4. 今後の研究の推進方策

港湾底質に共通して存在する未知の有害成分を探索するため、以下の点を特に推進したい。

① 実底質の生態毒性および変異原性を検出する感度を向上させることが必要である。底質の供試量を増やして有害成分を抽出し、フロリジルおよび活性炭カラムを用いた前処理方法を工夫して、多種類の有害成分のみを高濃度含む画分を得て、この毒性を評価する。生態毒性のスペクトルを広げるため、海産発光細菌試験に加えて、底生藻類増殖阻害試験を実施する。

② 塗料廃棄物は底質中での防汚剤のホットスポットの原因となることから、さらに多種多様な廃棄物試料を入手し、化学分析と毒性評価を行う。次に、塗料廃棄物を実底質に混合して、海水への防汚剤の溶出を評価することにより、実海域での防汚剤汚染をシミュレートする。

③ SDEPおよびエンジンス由来のPAHについては化学分析と毒性評価を継続する。これに加えて、A重油やC重油などの燃料そのものについてもPAHを中心として化学分析を行い、底質へのPAHの寄与が燃料油からか、排ガスからか、寄与率を算出する。

④ これまでの実験結果をとりまとめる。

#### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計11件)

① Tsunemasa, N. and Okamura, H. (in press) Effects of organotin alternative antifoulants on oyster embryo. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 査読有

② Fukushi, K., Yakushiji, Y., Okamura, H., Hashimoto, Y., Saito, K. (2010) Simultaneous determination of a pyridine-triphenylborane anti-fouling agent and its estimated degradation products using capillary zone electrophoresis. Journal of Chromatography A. 1217: 2187-2190. 査読有

③ 薬師寺雄樹、福士恵一、岡村秀雄、橋本陽一、宮道隆、斎藤恵逸 (2009) キャピラリーゾーン電気泳動法による有機ホウ素系防汚剤のアセトニトリル中における分

解性評価. 分析化学. 58(4): 301-304. 査読有

④ Okamura, H., Kitano, S., Toyota, S., Harino, H., and Thomas, K.V. (2009) Ecotoxicity of the degradation products of triphenylborane pyridine (TPBP) antifouling agent. Chemosphere 74: 1275-1278. 査読有

⑤ 常政典貴、上野博昭、久保田明利、岡村秀雄 (2008) 有機スズ代替船底防汚剤による広島湾北部海域の底質汚染状況について, 環境化学. 18 (1): 19-27. 査読有 [学会発表] (22件)

① Tsunemasa, N. and Okamura, H. (2010) Concentration of antifouling biocides and heavy metals in sediment core samples in the northern part of Hiroshima Bay (POSTER). Pacificchem 2010, December 15-20, Honolulu, Hawaii, USA

② Tsunemasa, N. and Okamura, H. (2010) Effects of organic boron antifoulants on oyster embryo. Proceedings in SETAC Europe 20<sup>th</sup> Annual Meeting (POSTER). 2010.5.23-27. Seville, Spain.

③ Okamura, H., Kawachi, M., Hanyuda, T., and Kawai, H. (2009) ECOTOXICITY ASSESSMENT OF NEW BIOCIDES-FREE ANTIFOULING PAINTS. 14<sup>th</sup> International Symposium on Toxicity Assessment. 62. August 30-September 4, Metz, France

④ Tsunemasa, N. and Okamura, H. (2009) THE INFLUENCE OF ORGANOTIN ALTERNATIVE ANTIFOULANTS ON THE OYSTER'S EMBRYOLOGY. 14<sup>th</sup> International Symposium on Toxicity Assessment. 62. August 30-September 4, Metz, France

⑤ Okamura, H. and Kitano, S. (2008) Fate of triphenylborane-pyridine antifouling agent in sediments. 5<sup>th</sup> SETAC World Congress, August 3-7, Sydney, Australia.

[図書] (計2件)

① Nishida, T. and Okamura, H. (2008) Detoxification of steroidal hormones in the aquatic environment. Drinking water: Contamination, toxicity, and treatment (Eds. Romero, J. D., Molina, P. S.). 213 - 221. NOVA Publishers

② Nagata, S., Zhou, X., Okamura, H. (2008) Antagonistic and synergistic effects of antifouling chemicals in mixture. Ecotoxicology. Vol.1 of Encyclopedia of Ecology (Eds. Jorgensen, S. E. and Fath, B. D.). 5 vols. pp.194-203. Oxford: Elsevier.