

# 船舶生活排水による海洋への影響について

池野一成\*, 山谷尚弘\*\*,  
高橋淳\*\*\*, 中村慎太郎\*\*\*\*

## Impact of ship wastewater on the ocean

IKENO Kazunari\*,  
YAMATANI Naohiro\*\*,  
TAKAHASHI Jun\*\*\*,  
NAKAMURA Sintaro\*\*\*\*

Currently, the Act on the Prevention of Marine Pollution and Maritime Disasters regulates oil, hazardous liquid substances, waste, hazardous water ballast, and exhaust gases discharged from ships, but does not regulate so-called domestic wastewater, such as that used by crew members when showering, washing their faces, or doing laundry. In this study, we investigated the impact of domestic wastewater from ships on the ocean. We conducted an experiment on the oil decomposition performance of detergents, calculated estimated BOD, COD, and SS using a transparency meter, and used the calculated values to consider the impact of detergents and oil on the ocean. We examined the risk of domestic wastewater affecting the ocean and considered measures to address the risk.

キーワード: 船舶生活排水, 洗剤, グレーウォーター

### 1. はじめに

現在, 海洋汚染防止等及び海上災害の防止に関する法律では, 船舶から排出される油, 有害液体物質, 廃棄物, 有害水バラスト, 排出ガスについては規制の対象となっているが, 船員が使用したシャワーや, 洗濯などいわゆる生活排水は規制の対象とはなっていないのが現状である. 本研究では, 船舶生活排水による海洋への影響について検討し洗剤による油の分解性能の実験透視度計による推定 BOD, 推定 COD, 推定 SS の算出を行いその値から洗剤や油が海洋へ与える影響についての考察を行った. そして, 船舶より排出されるグレーウォーターの性状変化に着目し, 生活排水が海洋にどのような影響があるのか検討した.

---

\* 練習船若潮丸

e-mail: ikeno5176@nc-toyama.ac.jp

\*\* 練習船若潮丸

e-mail: yamatani@nc-toyama.ac.jp

\*\*\* 練習船若潮丸

e-mail: jtakahashi@nc-toyama.ac.jp

\*\*\*\* 練習船若潮丸

e-mail: nakamura0116@nc-toyama.ac.jp

### 2. グレーウォーターについて

グレーウォーターと呼ばれる生活排水は陸上において下水処理施設を介して海へと排出されているが船舶にはこのような浄化装置は備えていない. 直接海水へと排出される船舶生活排水の中には, 機関整備によって付着した油や食器に付着した食用油だけでなく, 口にすると魚だけでなく人体にも影響を及ぼす洗剤類も含まれる. 合成洗剤は界面活性剤を含んだ毒性のあるもので, 魚を対象とした実験も行われている. その実験の結果として魚は 3 分も経たないうちに死亡が確認されていた. 界面活性剤は人体にも悪影響を及ぼす. 界面活性剤には手荒れや, かぶれの原因となり, 体に浸透することで毒を処理する肝臓に負荷を与え, 肝臓障害を起こすこともある. また他の化学物質と相乗効果で毒性を増し, 発がん性も心配されている. 現在の合成洗剤に必ず含まれている界面活性剤はこれまでに多くの研究が行われている. その研究の結果として, 水中の界面活性剤の濃度が 1 リットル中に数ミリグラムに達すると魚は死んでしまうことや, その 10 分の

1 程度の濃度で魚の成長が阻害されることが判明している。そのようなものが船舶では毎日何リットルも海に垂れ流しにされているという現状だ。<sup>(1)</sup> 洗剤には、粉末洗剤、液体洗剤、ジェルボール洗剤、石鹼洗剤、部分洗い洗剤、おしゃれ着用洗剤に主に分けられる。さらに洗剤は、酸性、中性、アルカリ性に分けられ、家庭用洗剤は主に中性である。

### 3. 洗剤による実験

今回の実験で使用する洗剤は、メタロンM、合成洗剤、粉末洗剤、多目的洗剤(ナノトップ)を使用する。メタロンMは、洗い油がわりの洗浄として活用されている。各種工業用部品、機械、床の洗浄に活用できグリースのような粘着質の汚れも洗浄できる。液性はアルカリ性である。

合成洗剤は家庭用に一般的に販売されている食器用の合成洗剤である。合成洗剤とは合成界面活性剤を成分に含む洗剤のことであり、石油や天然油脂などを原料とし、様々な補助剤と合成して作られる。また、この洗剤には除菌剤が含まれている。液性は中性である。

粉末洗剤は衣類についた酸性汚れを落とす高い洗浄効果が特徴。しかし、粉末洗剤は水と混ざりにくいいため、洗い終わった後、すすぎ不足や水温が低いと、洗剤が溶け残る場合がある。液性は弱アルカリ性である。

多目的洗剤とは自然環境を利用する我々の責任を考慮し、すべての日本の山里川海に配慮した洗剤である。そして誰もが自然環境の源泉を汚染せず、化石燃料由来の製品仕様を抑制する脱炭素という意味が込められている洗剤となっている。多目的洗剤の成分としては植物性(米、アブラヤシ)の界面活性剤の高含有 97%で植物性界面活性剤には、除菌効果があるものがある。さらに高い洗浄力がある。また高い生分解度で基準値 70%に対して 78%、14 日後は 95%という高い値である。<sup>(2)</sup>

### 3.1 実験方法

同じ大きさの容器を 10 個用意し、海水 500ml、水 500ml を入れそれぞれ 5 つずつ用意する。その後、各容器に 2ml ずつ多目的洗剤、合成洗剤、粉末洗剤、メタロン M を投入し攪拌する。そして、各容器にサラダ油 (4 ml) を入れ攪拌した。温度を 19°C 以上に保ち 5 日間観察した後、透視度計により BOD、COD、SS を算出する。一般に BOD は、炭素系有機物で好気性の微生物によって分解されるものが主である。BOD(生物化学的酸素要求量)とは、水中の有機物が好気性微生物の働きによって分解されるときに消費される酸素量である。COD(化学的酸素要求量)とは、水中の有機物を酸化剤で酸化した際に消費される酸素の量。湖沼、海域の有機汚濁を測る代表的な指標であり、この値が大きいほど、水中に有機物等が多く、汚濁負荷(汚濁の度合い)が大きいことを示している。SS(浮遊物質)とは、水に溶け切らなかった直径が 2mm 以下の小さな粒子のことである。<sup>(3)(4)(5)</sup>

炭素系有機物の約 70%が分悪するには、20°C で 5 日間必要とされる。今回の実験では、温度を 20°C に保つことが困難であったため 19°C 以上で実験を行った。

透視度計については、法規制はなく、水質汚濁防止法及び下水道法上、透視度には排出規制がない。そして、透視度の測定自体は自主管理だが、透視度を測定することにより COD、BOD、SS 等の法規制がある項目の管理が容易になる。これは法規制のある項目の値を上昇させる物質の濃度と透視度との間に相関関係があることを利用した測定法となっている。つまり、法規制がある項目を測定しなくても透視度を測定することにより、それらの濃度を間接的にある程度把握することができるということである。

測定方法は、シンプルでメスシリンダーのような形状のものを用いる。シリンダーの底部には二重線どうしが十字に交差した標識板という丸い形状のものがある。シリンダー上部開口部から試料を注ぎ、上部からシリンダー底をのぞきながら下部にあらかじめ開けておいた穴を手で塞ぎ、沈んでいる標識板の二重線の交差部分がはっきりと確認できるまで試料を抜く。沈んでいる標識板の二重線の交差部分がはっきりと確認できた

ら終点である。その時の底からの距離(cm)を確認し、透視度とする。実験開始時、海水をコーヒーのろ紙でろ過し浮遊物を取り除く。図1のようにして水の量を調整する。図2に実験装置を示す。実験装置である透視度計は JIS(日本工業規格) K0102 により 30cm の透視度計の使用が標準化されており、30cm 以上であれば現場レベルでは異常でないものと判断する基準となるという理由から正確に判断できたと考えられる。標識板においては線の太さや幅を基準に従い制作したため問題はないと考えられる。(6)(7)



図1 水の量を調節している様子

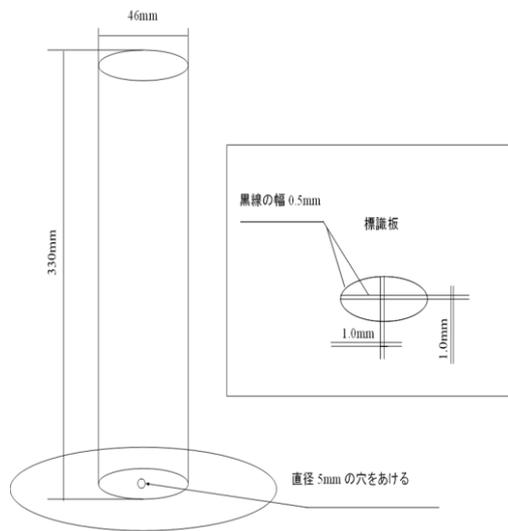


図2 実験装置

### 3.2 実験結果

透視度からの BOD, COD, SS からの推定(一般用)を表1に示す。透視度は、水 8.3 cm, メタロンM(水を溶媒) 0.2 cm, 多目的洗剤(水を溶媒) 1.7 cm, 合成洗剤(水を溶媒) 0.3 cm, 粉末洗剤(水を溶媒)

1.4 cm, 海水 2.1 cm, メタロンM(海水を溶媒) 0.2 cm, 多目的洗剤(海水を溶媒) 0.5 cm, 合成洗剤(海水を溶媒) 0.6 cm, 粉末洗剤(海水を溶媒) 0.4 cm, 表2から海水を溶媒とした実験の方が全体的な数値が高くなっていることがわかる。(8)

$$\text{BOD} = 425.79e^{-0.1042x} \quad (1)$$

$$\text{COD} = 419.07e^{-0.0972x} \quad (2)$$

$$\text{SS} = 432.55e^{-0.0812x} \quad (3)$$

表1 推定値

透視度 (cm)	推定BOD (mg/L)	推定COD (mg/L)	推定SS (mg/L)
30	19	23	38
29	21	25	41
28	23	28	45
27	26	30	48
26	28	33	52
25	31	37	57
24	35	41	62
23	39	45	67
22	43	49	72
21	48	54	79
20	53	60	85
19	59	66	92
18	65	73	100
17	72	80	109
16	80	88	118
15	89	98	128
14	99	107	139
13	110	118	151
12	122	131	163
11	135	144	177
10	150	159	192
9	167	175	208
8	185	193	226
7	205	212	245
6	228	234	266
5	253	258	288
4	281	284	313
3	311	313	339
2	346	345	368
1	384	380	399

表2 結果(5日後)

	透視度 (cm)	推定BOD (mg/L)	推定COD (mg/L)	推定SS (mg/L)
水	8.3	179.3	187.0	220.5
メタロンM	0.2	417.0	411.0	425.6
ナノトップ	1.7	356.7	355.2	376.8
合成洗剤	0.3	412.7	407.0	422.1
粉末洗剤	1.4	368.0	365.8	386.1
海水	2.1	342.1	341.7	364.7
メタロンM	0.2	417.0	411.0	425.6
ナノトップ	0.5	404.2	399.2	415.3
合成洗剤	0.6	400.0	395.3	412.0
粉末洗剤	0.4	408.4	403.1	418.8

### 3.3 実験開始時と終了時の液面比較（海水）



図3 粉末洗剤実験の様子

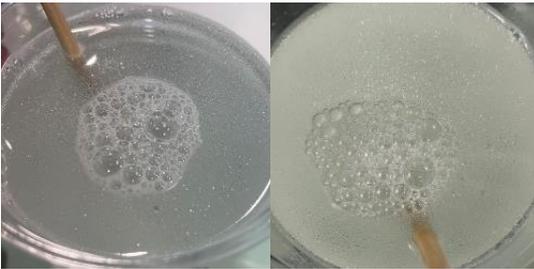


図4 合成洗剤実験の様子

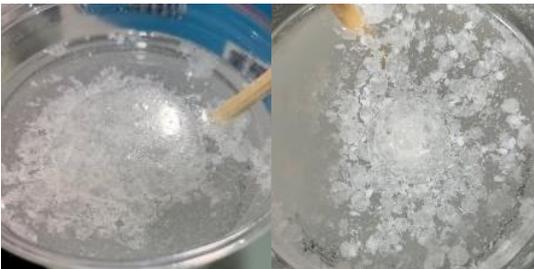


図5 多目的洗剤実験の様子



図6 メタロン M 実験の様子

### 3.4 グラフによる結果(全値の結果)

図 7, 図 8 より, 水を溶媒にしたものと海水を溶媒にしたものと比較して実験を行ったが大きな違いは水と海水の実験結果にしか見られなかった. BOD, COD, SS のそれぞれの値が大きいということについて, BOD が高いということは, 水よりも海水は微生物が水中の有機物を分解する際に消費する酸素の量が多いことを表している. COD が高いということは, 水中の有機物を酸化剤(過マンガン酸カリウム)によって分解した際

に消費される酸素の量が多いということでも水中に酸素と反応しやすい物質が多く含まれているということになる. SS が高いということは, 水の透明度などの外観が悪化するほか, 魚のえら呼吸や水中植物の光合成に影響するということになる. つまりこれらの数値が高いほど水中の汚染物質の量が多く, 水の汚れは大きいといえる. そして, 海に油を流す方がより水質汚染につながるということになる.

今回行った実験では, BOD と COD の許容範囲である規制値, 160 mg/L(日間平均 120 mg/L)より下回る値は計測できなかったため, これらの結果は間違いではないことがわかる. SSについて, SSの許容範囲である規制値 200mg/L(日間平均 150mg/L)に関しても, 許容範囲に収まる結果は見られなかった. しかし, 海域での BOD は 2~8mg/L と定められている.

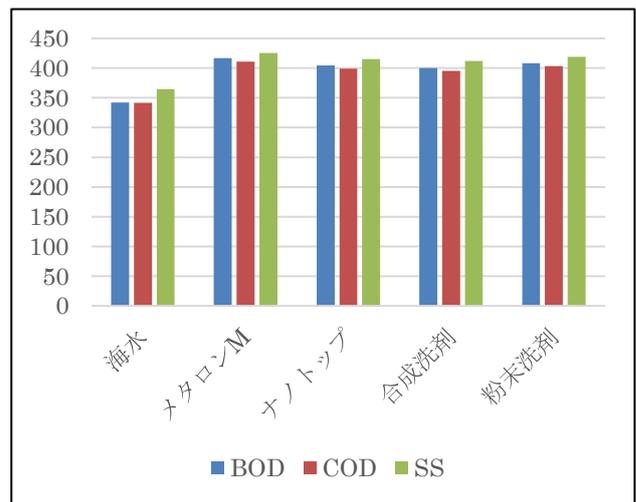


図7 海水を溶媒とした BOD, COD, SS の比較

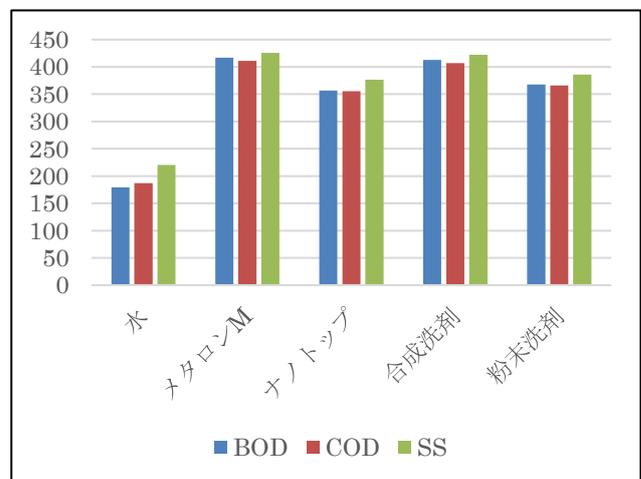


図8 水を溶媒とした, BOD, COD, SS の比較

#### 4. まとめ

今回の実験で船舶生活排水は海洋に影響を与えるということが確実になった。しかし、海は広く洗剤や油による濃度が重要になると考えられる。

本研究では、船舶生活排水による海洋への影響について検討した。洗剤による油の分解性能の実験、透視度計による BOD, COD, SS の推定、洗剤や油が海洋へ与える影響について検証を行った。結果、透視度計による BOD, COD, SS の推定では、海水を溶媒とした実験の方が全体的に高い値になった。BOD, COD, SS が高いということは濁度が高いということである。このことから、水よりも海水の方が洗剤や油の影響を受けやすく濁りやすいということがわかった。

さらに、グラフによる実験結果から、水を溶媒とした実験では多目的洗剤、海水を溶媒とした実験では合成洗剤が一番分解していることがわかった。この結果から、多目的洗剤は、水との分解性能の相性は良いが海水に流れてしまうと海水を濁らせてしまうことがわかった。合成洗剤は、界面活性剤を多く含んでいるせいか海水との分解性能の相性が良いことがわかった。しかし、界面活性剤は毒性を持っている非常に危険な成分で海に流れてしまうと魚や貝が死亡したり、海を濁らせたりする原因になる。

現在海上災害の防止に関する法律に関して船舶生活排水が規制されていない原因としては、陸上の油と洗剤の規制がまだ細かく定められていないことが原因であると考えられる。洗剤に関しては陸上では污水处理場で処理されるため環境に配慮した洗剤を使う意味があまり感じられない。また、消費者一人一人が油を一切排出しないようにすることはとても難しいことだと考えられる。以下の理由から陸上に規制が設けられず、その結果船舶においても生活排水が規制対象になっていないと考えられる。

#### 5. 参考文献

(1) 油による海洋汚染とは？原因や生態への影響の迫る

[https://gooddo.jp/magazine/oceans/marine\\_pollution/8722/](https://gooddo.jp/magazine/oceans/marine_pollution/8722/)

(2) 何故混ぜてはダメなのか“まぜるな危険“を理解しよう

<https://www.duskin.jp/servicemaster/column/detail/00035/>

(3) BOD とは

[https://www.kkr.mlit.go.jp/yodogawa/know/summary/quality/wq\\_bod.html](https://www.kkr.mlit.go.jp/yodogawa/know/summary/quality/wq_bod.html)

(4) SS とは？浮遊物質量(SS)と水質測定方法について徹底解説

[https://www.rex-rental.jp/feature/1074/note/suspended\\_solids](https://www.rex-rental.jp/feature/1074/note/suspended_solids)

(5) 化学的酸素要求量(COD)横浜市

<https://www.city.yokohama.lg.jp/business/bunyabetsu/kankyo-koen-gesui/kiseishido/suishitsu/jyoureimizu/kiseikijyun.html>

(6) 透視度の測定方法／沖縄県

<https://www.pref.okinawa.lg.jp/kurashikankyo/kankyo/1004750/1018610/1004456/1004461.html>

(7) 透視度計を作ろう3

<https://www.city.urasoe.lg.jp/sites/urasoe-envmap/kansatsu/tousido3.htm>

(8) 透視度からの BOD, COD, SS の推定(一般用)

<https://www.chikusan-kankyo.jp/ousis/trouble/houhou/shor01a.htm>(参照:2023 年 1 月)