

## 燃料油中硫黄分規制対応について

平田 宏一\*, 高橋 千織\*

### Tests Related to Regulations on Sulfur Content in Marine Fuel Oil

by

HIRATA Koichi\* and TAKAHASHI Chiori\*

#### Abstract

To prevent the negative impacts of ship exhaust gas on human health and the environment, regulations regarding the sulfur content of marine fuel oil have been strengthened since January 2020. The sulfur concentration in fuel oil used after January 2020 must be reduced from the conventional 3.5 weight % or less to 0.5 weight % or less. In response to the stricter regulations, many ships are now using low-sulfur heavy oil. However, due to differences in the properties of the low-sulfur heavy oil supplied domestically and that of the conventional high-sulfur heavy oil, concerns have been raised about the impact on ship operations. Against this background, the National Maritime Research Institute conducted “the research on environmental technologies related to air pollutants emitted from ships” from 2016 to 2022. Various tests were conducted to investigate the effects of changes in the fuel oil properties on ship operations. We conducted in combustion tests using experimental marine diesel engines in a joint research project called Japan Marine and Auto Petroleum Program. The results indicated that the low-sulfur heavy fuel can be used in the same way as the conventional high-sulfur heavy oil despite having a different kinematic viscosity level and ignitability. Trial operations were carried out in collaboration with the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, and the results demonstrated that all vessels could switch fuels and operate without problems.

---

\* 環境・動力系

原稿受付 令和 6年 2月 1日

審査日 令和 6年 2月 7日

## 目 次

1. まえがき	24
2. 排ガス規制と規制適合油の概要	24
3. 実験用ディーゼルエンジンによる燃焼試験	25
4. 低硫黄C重油による実船トライアル	25
5. まとめ	26
謝辞	26
References	26

## 1. まえがき

船舶の排気ガスによる人の健康や環境への影響を抑止するため、2020年1月より船用燃料油の硫黄分濃度に関する規制が強化された。2020年1月以降に使用する燃料油中の硫黄分濃度は、従来の3.5質量%以下から0.5質量%以下としなければならない。規制強化への対応手段としては、規制に適合する硫黄分濃度の低いC重油（以下、低硫黄C重油）を使用する方法及びスクラバなどの排ガス洗浄装置を搭載して従来の硫黄分濃度の高いC重油（以下、高硫黄C重油）を使用する方法などがあり、多くの船舶では低硫黄C重油を使用することとなった。しかし、国内で供給される低硫黄C重油の性状は、従来の高硫黄C重油と大きく異なることが想定され、船舶の運航への影響が懸念された。

このような背景のもと、海上技術安全研究所（以下、当所という）では、2016～2022年度に実施された重点研究「船舶から排出される大気汚染物質に関わる環境対策技術に関する研究」（以下、本重点研究という）において、燃料油の性状変化が船舶での使用条件に与える影響を調べるため、様々な試験を行った<sup>1)</sup>。以下、それらの概要について述べる。

## 2. 排ガス規制と規制適合油の概要

図1に示すように、船舶の排ガス規制は段階的に強化されている。1997年、船舶による大気汚染の防止を図ることを目的として、国際海事機関（IMO）においてMARPOL条約が改正された。そして、2004年から、船舶の排気ガス中の窒素酸化物（NO<sub>x</sub>）や硫黄酸化物（SO<sub>x</sub>）などに対する規制が始まった。SO<sub>x</sub>に対する規制は、燃料油に含まれる硫黄分濃度を決められた値以下にすることにより、排気ガス中のSO<sub>x</sub>及びそれから生成される粒子状物質（PM）を削減させる。2008年には、船舶による大気汚染防止対策を強化するため、MARPOL条約はさらに改正され、SO<sub>x</sub>に対する規制については、燃料油に含まれる硫黄分濃度を3.5質量%以下から0.5質量%以下に引き下げるることとなった。そして、準備期間を経た後、2020年から規制強化を開始することになった<sup>2)</sup>。

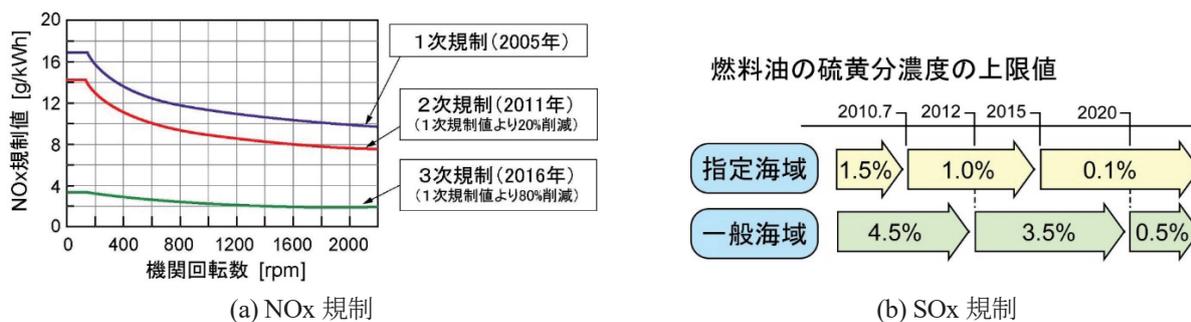


図1 排ガス規制の概要

### 3. 実験用ディーゼルエンジンによる燃焼試験

規制強化に伴う燃料性状の変化に関連する研究として、一般財団法人石油エネルギー技術センターからは、J-MAP (Japan Marine and Auto Petroleum Program) と呼ばれる共同研究事業を実施した<sup>3)</sup>。本事業では、規制強化に対応した低硫黄C重油の品質確保を目的として、試験エンジン及び実船での試験燃料の燃焼試験研究を実施した<sup>4)</sup>。燃料の低硫黄化に伴う性状変化として、動粘度の低下や着火性指標に着目して、船用4ストロークディーゼルエンジン及び船用2ストロークディーゼルエンジンによる燃焼試験を行った。数種類の試験燃料を用いて実機試験を行った結果、動粘度レベルや着火性が変化した低硫黄C重油についても、従来から使われてきた高硫黄C重油と同様に使用可能であることが確認された。当所は、本事業における実験用エンジンによる燃焼試験の一部に協力した。試験結果の詳細については、文献(4)を参照していただきたい。

### 4. 低硫黄C重油による実船トライアル

国土交通省からは、2020年1月からの船用燃料油の硫黄分濃度規制強化に先立ち、2019年6月末から9月にかけて低硫黄C重油を用いた実船トライアルを実施した<sup>5)6)</sup>。実船トライアルでは、12隻の内航船による運航の他、バンカリング船によって高硫黄C重油を運搬した後、同一タンクで低硫黄C重油を運搬した場合の燃料の規制適合性への影響等を確認した。当所はこれらの試験の実施に協力し、試験結果を取りまとめた。そして、これらの試験結果を基に、国土交通省による「2020年SOx規制適合船用燃料油使用手引書<sup>2)</sup>」が策定された。

実船トライアルは、図2に示すように、総トン数が499GTから約14000GT、主機の出力レベルが約735kWから約18000kWまでの幅広い船舶を対象としており、全12隻の船舶において問題なく燃料の切り替えや運航ができることを確認できた。

図3は実船トライアルにおけるバンカリングの様子である。一連の試験により、バンカリング船によって高硫黄C重油と低硫黄C重油を交互に運搬した場合であってもタンク内にスラッジ発生等の不具合は確認されず、従来のバンカリングと同様に円滑な作業ができること、バンカリング船のタンク内の高硫黄C重油の残油が少ない場合、製油所から出荷される低硫黄C重油とほぼ同等の性状の燃料油が補油されることなどを確認した。

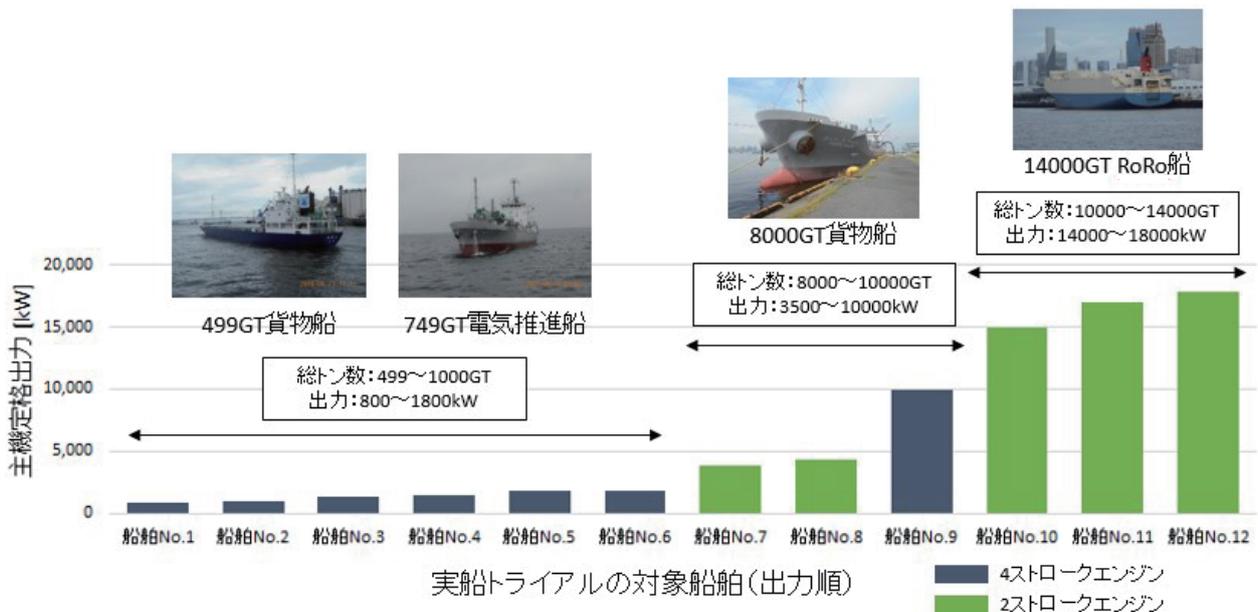


図2 実船トライアルの対象船舶



(a) 貨物船への補油



RoRo 船への補油

図3 実船トライアルにおけるバンカリングの様子

## 5. まとめ

本報では、2020年1月より強化された船用燃料油の硫黄分濃度に関する規制に対応するために実施した試験の一部を紹介した。それらの成果は、国土交通省による「2020年SOx規制適合船用燃料油使用手引書」の策定などに貢献した。また、規制が発効された2020年以降、本重点研究においては、異なる燃料油が混合される場合のスラッジ発生についての詳細な試験や一部の船用機器に用いられているゴム材料の膨潤性の試験などを実施し、同手引書の改定にも貢献した。

一方、最近では、温室効果ガス削減対策として、船舶で使用する燃料を従来の重油から水素やアンモニア、バイオ燃料等の低・脱炭素燃料に転換することが注目されている。これらの燃料転換における対応については、本報で述べたような研究で得られた知見が大いに役立つ。今後も、船舶の排気ガスによる人の健康や環境への影響を抑止する技術や2050年目標であるカーボンニュートラルの実現に向けて、技術的なサポートをしていきたいと考えている。

## 謝 辞

本研究の一部は、当所の重点研究「船舶から排出される大気汚染物質に関わる環境対策技術に関する研究」(2016~2022年度)において実施された。また、本研究の実施にあたっては、国土交通省をはじめ、多くの方々の協力をいただいた。関係された所内外の関係者に感謝の意を表する。

## References

- 1) MASUDA Akiko, ASAMI Mitsufumi, HIRATA Koichi and TAKAHASHI Chiori: GHG Reduction and Environmental Conservation in Marine Environment & Engine System Department, Papers of National Maritime Research Institute, Vol. 23 (Separate volume), p. 115-120, 2023.
- 2) Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Guide to using marine fuel oil that complies with SOx regulations o 2020, 2019.
- 3) Japan Petroleum Energy Center, J-MAP, <https://www.pecj.or.jp/fuel/j-map/>
- 4) Japan Petroleum Energy Center, Future Fuels WG, [https://www.pecj.or.jp/file/j-map/20200528/index\\_jmap\\_2-2.pdf](https://www.pecj.or.jp/file/j-map/20200528/index_jmap_2-2.pdf)
- 5) Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, [https://www.mlit.go.jp/maritime/maritime\\_fr7\\_000035.html](https://www.mlit.go.jp/maritime/maritime_fr7_000035.html)
- 6) HIRATA Koichi: On-board Trial of Low Sulfur Fuel Oil, 19<sup>th</sup> Seminar of National Maritime Research Institute, 2019.