

# SO<sub>x</sub> 規制の動向とその影響

掲載誌・掲載年月：日本海事新聞 1411

日本海事センター企画研究部

研究員 森本 清二郎

## 【本稿のポイント】

- ◆ 来年以降の ECA 規制強化（0.1%規制）の影響は甚大
- ◆ 規制逃れの防止による平等な競争条件の確保が課題
- ◆ 0.5%規制への対応措置に係る技術革新等による競争力強化が重要

## 1. はじめに

国際海運分野では海洋汚染防止条約（MARPOL 条約）に基づく有害物質や大気汚染物質の排出規制、船舶のエネルギー効率規制（EEDI 規制）など様々な環境規制が導入されており、いずれも規制遵守のための対応措置に一定の経済的負担が生じる。

本稿では、これらの環境規制の中でも今後、特に影響が大きくなると予想される硫黄酸化物（SO<sub>x</sub>）の排出規制（以下「SO<sub>x</sub> 規制」）を巡る最近の動向を紹介し、その影響や課題について考察する。

## 2. SO<sub>x</sub> 規制の動向

### (1) 規制の概要

2005 年 5 月 19 日発効の MARPOL 条約附属書 VI では船舶から排出される SO<sub>x</sub>、窒素酸化物（NO<sub>x</sub>）、オゾン層破壊物質など大気汚染物質の排出規制措置が設けられている。SO<sub>x</sub> の排出量は燃料油の硫黄分濃度に比例するため、SO<sub>x</sub> 規制では排出規制海域（ECA）及び一般海域で使用される燃料油の硫黄分濃度にそれぞれ異なる規制値を設け、これを段階的に強化する措置がとられている（図 1 参照）。

ECA は北海、バルト海、北米沿岸、米国カリブ海の 4 つの海域に設定されており（図 2 参照）、現在の規制値は 1.0%である。2015 年以降は現行規制値の十分の一に相当する 0.1%に強化される予定であり、これに伴い、来年 1 月 1 日以降は ECA を航行する船舶については硫黄分 0.1%以下の燃料油の使用又はこれと同等の効果を有する代替措置が義務付けられる。

ECA 以外では、一般海域の規制値は現在 3.5%であるが、2020 年以降は 0.5%に強化される予定である。但し、国際海事機関（IMO）では 2018 年までに硫黄分 0.5%以下の燃料油の利用可能性について調査を行う予定であり、同調査結果に基づき、当該燃料油が十分供給されず規制遵守ができないと判断された場合は 2025 年に開始時期が先送りされる。

MARPOL 条約によるものに加え、欧州連合（EU）や米国などでは独自の基準に基づく地域規制も導入されている。例えば、EU では既に 2010 年から港内停泊中の船舶を対象に硫黄分 0.1%以下の燃料油の使用が義務付けられており、米国カリフォルニア州でも 2014 年から沿岸 24 カイリ域内で 0.1%規制が導入されている。

このように一部の海域では既に 0.1%規制が開始されているが、2015 年以降は ECA 全域で 0.1%規制が開始され、また、2020 年又は 2025 年には一般海域で 0.5%規制が開始予定となっており、規制強化への対応とその影響が注目される。

## （2）規制への対応

SO<sub>x</sub> 規制への対応方法としては、①規制値に適合する燃料油（以下「適合油」）への切り替え、②排ガス洗浄装置（スクラバー）の搭載、③代替燃料（主に LNG 燃料）の利用と大きく 3 つあるが、いずれも船社にとっては追加費用が生じる。

燃料切り替えは、従来の燃料油よりも高価な適合油を使わなければならず、燃料タンクの増設、油の性状に起因する機器の損傷を回避するための措置（冷却器の設置や潤滑性促進剤の添加など）、燃料切り替えを安全に行うための船員教育などの費用も生じる。

スクラバーは適合油への切り替えを不要とするものの、搭載費用は 1 台数億円にも上り、通常のメンテナンス費用に加え、硫黄分を除去した後に生じる残留物（スラッジ）の処理（陸揚げ）費用や洗浄水に添加剤を必要とするタイプ（「クローズドループ方式」）のスクラバーであれば添加剤費用などが発生する。

LNG 燃料は SO<sub>x</sub> のみならず NO<sub>x</sub> や CO<sub>2</sub> の削減にも効果がある環境性能に優れた燃料であり、シェールガス革命による経済性向上への期待とも相俟って長期的に有望な対策として注目されるが、LNG 燃料対応型エンジンの搭載や燃料タンクの設置、安全管理のための船員教育などに費用がかかる。

船社にとっては、これらの措置の費用対効果を比較検討した上で対応の選択が求められるが、来年以降の 0.1%規制への対応では②③を選択するケースは限定的であり、①が主流になるとの見方が強い。②③はいずれも費用面での制約が大きいことが主因と考えられるが、スクラバーは規制値を満たす削減効果が得られないケースがあるなど性能面での課題が指摘されており、また、海水を洗浄水として利用するタイプ（「オープンループ方式」）のスクラバーは使用基準（洗浄水の排水基準など）が不明確であるといった問題もある。また、LNG 燃料は供給施設が十分整備されていないなどインフラ面での制約が大きいとされる。このため、②③は 0.5%規制に対応するための中長期的な対策となる可能性が高い。

## 3. SO<sub>x</sub> 規制の影響

### （1）0.1%規制の影響

0.1%規制による燃料切り替えの影響については欧州で多数の分析が行われており、

その多くは燃料コストの増加により海上運賃が上昇し、その結果、荷主のコスト上昇や輸送需要の減少（海運から他の輸送モードへの逆モーダルシフト）を招くと予測している。特に ECA 域内での近海輸送に従事するフェリー業界への影響が大きいといわれており、英国では逆モーダルシフトによる航路廃止等の影響で約 2,000 人の雇用が失われるとの分析結果も出ている。

コスト上昇の最大の要因は、現行規制値に適合する硫黄分 1.0%以下の燃料油（重油相当の低硫黄燃料油（LSFO: Low Sulphur Fuel Oil））と 2015 年以降使用が義務付けられる硫黄分 0.1%以下の燃料油（軽油相当のガス燃料油（MGO: Marine Gas Oil））の価格差が大きいことにある。欧州を代表するロッテルダム港の燃料油価格の推移を見ると（図 3 参照）、LSFO と MGO の価格差は過去 5 年間でトン当たり平均 260 ドル前後で推移しているが、来年以降は需要増加に伴う MGO 価格の上昇が見込まれ、価格差はトン当たり 300 ドル超になるとの見方が強い。石油輸出国機構（OPEC）の予測では 0.1%規制に伴う燃料切り替え量は日量約 50 万バレル（年間約 2,500 万トン）とされ、これに前述の価格差を考慮すれば、海運業界全体への影響は年間 75 億ドルにも上ると考えられる。

原油価格と密接に連動する燃料油（船用重油）価格は、直近では原油安の影響で下落傾向にあるものの、ここ数年はトン当たり 600 ドル前後と歴史的に高い水準で推移しており、船社にとって燃料コストは運航費を圧迫する最大の要因となっているが、同コストが更に 50%（約 300 ドル）押し上げられることとなれば、その影響は甚大といえる。

実際、本年 7 月には世界最大のコンテナ船社であるマースク・ラインが ECA 規制強化による同社への影響は年間 2.5 億ドルに上るとして、来年以降 ECA 域内を航行する場合、40 フィートコンテナ当たり 50-150 ドルの値上げを実施すると発表したのに続き、他の主要船社も燃油サーチャージを徴収する方針等を表明している。

欧州委員会や米国政府など規制当局も SOx 規制については相当程度の経済的影響が生じると予測しているが、一方で、呼吸器疾患等の健康被害の軽減や酸性雨による環境被害の軽減など規制目的の実現によって得られる社会的便益が費用を大きく上回ると予測し、そのような判断の下、規制導入に踏み切った経緯がある。こうした規制の本来目的を追求するためには、海運業界による努力は不可欠であるものの、海運サービス利用者による理解と協力も重要といえよう。

## (2) 競争条件に与える影響

SOx 規制は、前述のように適合油と非適合油の価格差が大きいために、場合によっては船社間の競争条件に甚大な影響をもたらすと考えられている。すなわち、安価な非適合油を意図的に使用して不当に利益を得る船社が出た場合、競争条件が歪められるとして、そうした違法行為の防止を求めて規制関連当局による監督強化を訴える動きが見

られている。例えば、国際海運会議所（ICS）と欧州船主協会（ECSA）は、平等な競争条件を確保するため、欧州の規制関連当局に対して統一的な寄港国検査（PSC）手法の策定を要求しているほか、デンマーク船主協会は違反行為に対する罰則の強化を呼びかけている。

こうした動きの背景には、特に欧州における規制の実施体制や罰則の内容が違反防止に不十分との認識があると考えられる。米国では違反に対して刑事罰や高額な罰金が課せられるが、欧州では罰金額が低い国もあり、非適合油を使用して得られる経済的メリットの方が罰金の負担レベルを遥かに上回るケースがあるとの指摘もある。更に、PSCでは燃料油のサンプルチェックはほとんど行われず、検査頻度も少ないとの指摘がある。

こうした事態を受けて欧州各国では、寄港船舶の燃料タンクから燃料油サンプルを採取して検査する手法や上空で排ガス中の硫黄分濃度を検知する機器を活用する手法、さらには罰金額の引き上げや航行停止処分の適用など、検査体制及び罰則の強化に向けた検討が進められている。

規制遵守を重視する優良船主の利益が不当に損なわれることのないよう規制関連当局が適切な形で監督体制を強化していくことは邦船社にとっても有益といえるが、一方で、規制遵守措置を講じているにも関わらず予期せぬ事由（補給時又は燃料切り替え時の油の混濁や機器の不具合など）によって規制値を僅かに超えてしまった場合においても重い罰則が科されるといった、過度に厳格な規制は望ましくない。来年以降、ECA沿岸国がどのような形で規制を実施するか、その動向が注目される。

### （3）0.5%規制の影響

2020年又は2025年からの0.5%規制（「グローバル・キャップ」）はECA以外の一般海域を対象とするため、0.1%規制と比べて遥かに大きな影響をもたらすことが予想される。IMOでの調査によれば、国際海運で消費される残渣油（重油）は年間2億トン超（2007年推定値）とされており、仮に2020年以降、2億～3億トン規模の残渣油が留出油に転換し、燃料油の価格差がトン当たり300ドルで推移したと考えた場合、国際海運全体で年間約600億～900億ドル（数兆円～十兆円前後）の追加コストが生じることになる。

最大の問題は船社が適合油を十分かつ安価に入手できるかという点にあるが、これは石油業界が供給体制の整備に向けた投資を進めるかどうかに関わってくる。現在の精製能力は適合油を供給する上で不十分と考えられており、0.5%規制に対応する供給体制を整えるためには数百億～千億ドル規模の投資が必要ともいわれている。石油業界から見れば、そのような莫大な投資費用を投入するためには長期的な市場が確約されている必要があり、それは適合油の需要がどの程度生じるか、すなわち、スクラバーやLNG燃料の利用がどの程度進むかという点に関わってくる。

一方、海運業界から見れば、規制の開始時期が定まっておらず、かつ、比較対象とな

る適合油のコスト予測が難しい状況の中、2020年までにスクラバーやLNG燃料の利用に向けた投資を積極的に進める要素は少ないと考えられる。こうした不確実な状況があるため、石油業界が2020年までに供給体制を整えるシナリオは想定されず、規制開始は2025年にずれ込むとの見方もある。

しかしながら、対応の先送りは必ずしも得策とはいえない。我が国海運業界としては、石油業界の動向を注視する一方で、造船・船用など関係各界とともにスクラバーやLNG燃料の利用に係る技術革新を推進することで、将来訪れる規制の影響を緩和し、かつ、国際競争力を強化することができるものと考えられる。

既に海外では代替措置の利用普及に向けた動きが徐々に広がっている。例えば、スクラバーに関していえば、搭載済み又は搭載予定とされる船舶は依然数百隻程度と市場規模は小さいとされるものの、欧米諸国を中心に装置の開発や実船での搭載運用が進められており、スクラバーを搭載する船主に補助金を出している国もある。

LNG燃料船は世界で40隻以上あり、その大半は欧州の中でも供給インフラの整備が進んでいるノルウェーの船舶とされるが、今後、欧州と北米では供給インフラの整備拡充を含め、LNG燃料船の利用普及に向けた施策を進める方針であり、また、アジアの主要補給地であるシンガポールでは2020年までに供給を開始する計画がある。このようにLNG燃料船の普及に向けた動きは広がってきており、旧ノルウェー船級協会（現DNV・GL）は2012年から2020年までの9年間で新造船の約10～15%（約1000隻）がLNG燃料船になると予測している。

我が国でもスクラバーの開発利用に関する共同研究が進められ、本年2月には国産初のSO<sub>x</sub>規制対応スクラバーが共同開発されるなど、市場シェア獲得に向けた取り組みが徐々に進められている。LNG燃料船についても官民連携による安全基準の検討や国際基準化の推進など早期実用化に向けた環境整備が進められており、民間レベルではエンジン開発や実船建造、LNG燃料供給事業への参画などの取り組みが進められている。

経済的に大きな影響をもたらす環境規制であるからこそ、これを競争力強化のチャンスと捉え、技術革新や国際基準化を主導する取り組みを引き続き官民一体で進めていくことが重要といえる。

#### 4. 今後の課題

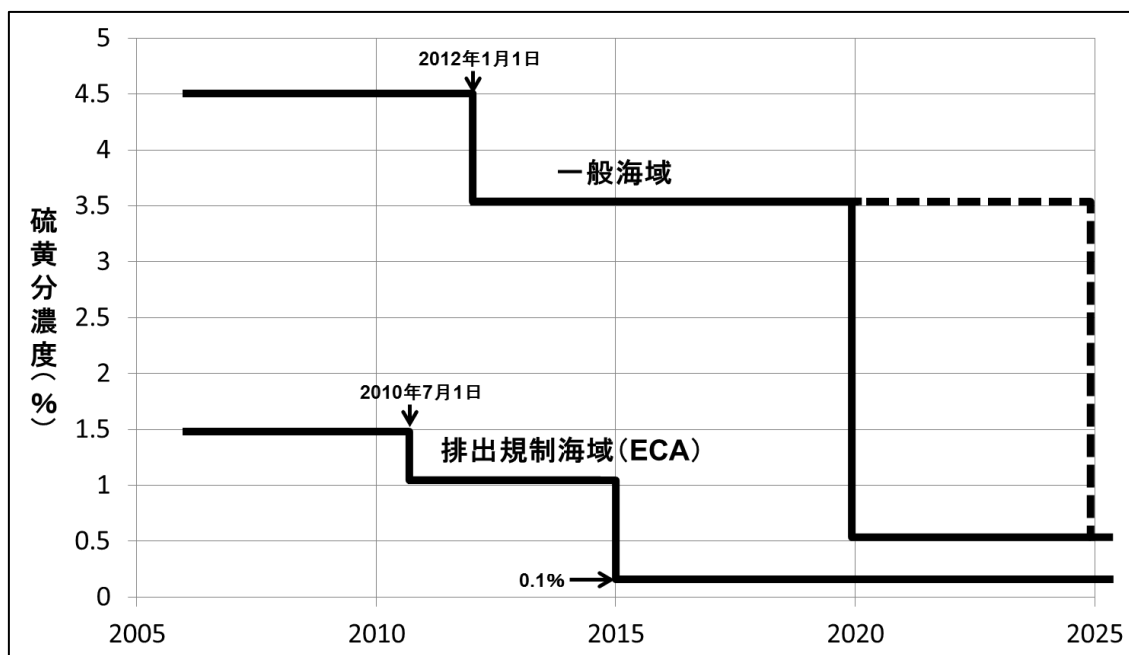
国際海運分野ではCO<sub>2</sub>排出削減（エネルギー効率改善）対策の推進や2016年以降のNO<sub>x</sub>3次規制、バラスト水管理条約の発効を見据えた対応など、環境規制への対応が益々重要な課題となっているが、SO<sub>x</sub>規制は其中でも船舶の動力源であるエネルギーのあり方を構造的に転換させる問題であり、同規制への対応が今後、競争力を左右する大きな要因となってくる可能性がある。

我が国海運業界としては、規制への対応措置に係る各オプションの長所及び短所を十分検証し、最善の対応ができるよう準備するとともに、規制のインパクトを緩和し、か

つ、先行者利益を享受するための技術革新を進めていくことが重要といえる。同時に、0.5%規制の開始時期に関連して、今後 IMO では適合油の需給動向に係る調査が予定されているが、同調査が適切な形で行われるよう注視するとともに、海運業界に対して過度な負担を強いる規制をいたずらに早く導入することがないように、また、先行者利益が不当に害されることがないように対応していくことも重要と考えられる。

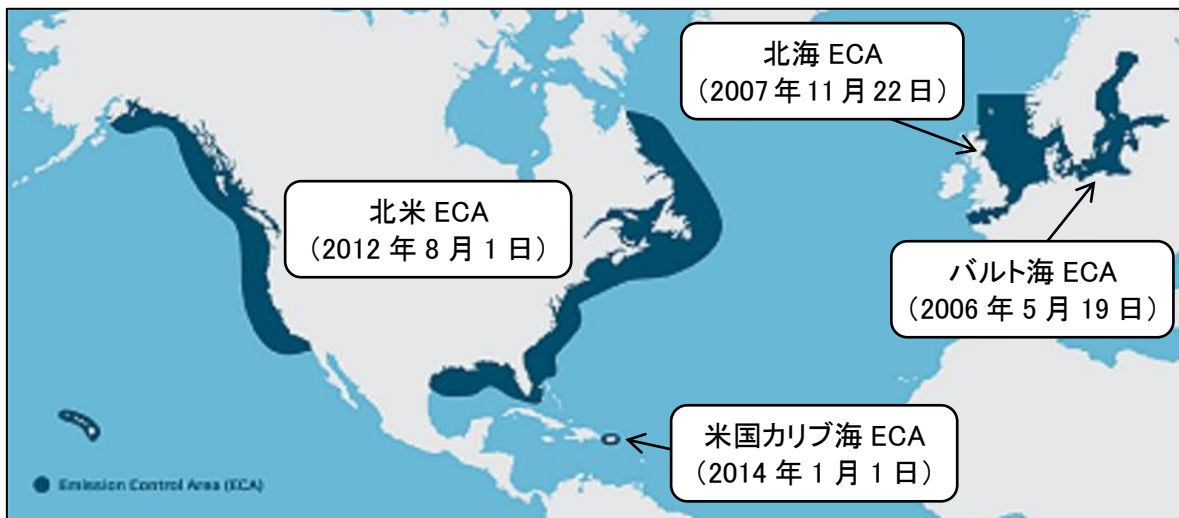
<図表>

図1 MARPOL 条約附属書 VI に基づく燃料油の硫黄分濃度規制値



(注) 点線は、燃料油の利用可能性に関する調査結果により 2020 年までに十分な燃料油が供給されず、規制遵守ができないと判断された場合の規制値。

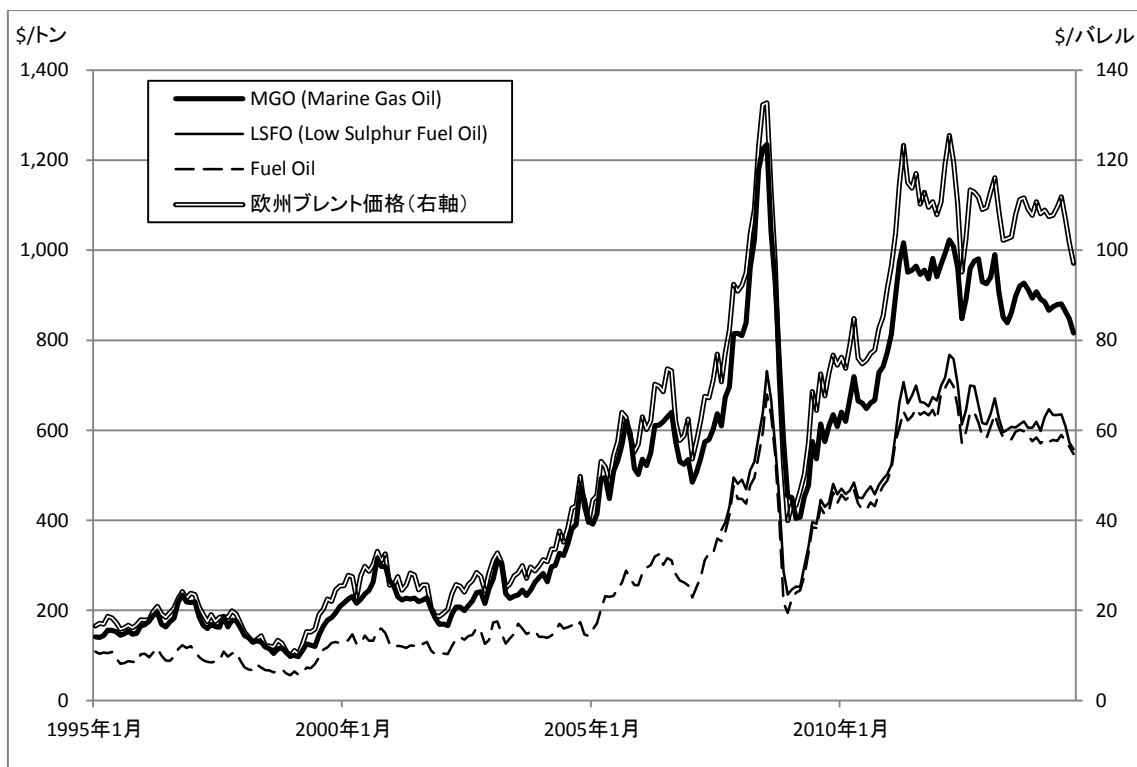
図2 SOxの排出規制海域（ECA）



(出典) <http://www.containerstatus.com> の掲載図を基に作成

(注) 括弧内の日付は適用開始日。

図3 ロッテルダム港の燃料油価格と原油（欧州ブレント）価格



(出典) 燃料油価格は Clarkson Research Services Ltd 発行の <http://www.OceanConnect.com> のデータ、原油価格は米国エネルギー情報局のデータに基づく。

(注) LSFO と Fuel Oil はいずれも 380 centistokes（動粘度 380）。LSFO のデータは 2007 年 8 月以降のみ。