

1C1600-4

数値シミュレーションによるわが国の大気質に対する ECA 設定の有効性評価

○櫻井 達也¹⁾, 華山 伸一²⁾, 佐竹 晋輔¹⁾¹⁾ 日本エヌ・ユー・エス, ²⁾ 海洋政策研究財団

【はじめに】

港湾付近の大気汚染を改善するために、港湾付近の航行および停泊船舶に限定して規制を強化する考え方があり、海洋汚染防止(MARPOL 73/78) 条約付属書VIの 2010 年 7 月に発効した改正においては、窒素酸化物(NOx) 及び硫黄酸化物(SO₂)・粒子状物質(PM) について、各国の判断で自国の海域に排出規制海域(ECA: Emission Control Area) が設定可能となった。ECA 設定に際して各国は環境影響評価を行い、それに基づいて適切な海域設定を行うことが求められており、国際的な承認を受ける必要がある。

本研究では、このように国際的に検証される環境影響評価を実施するに当たり、日本周辺を航行する船舶(内航船・外航船・漁船) からの大気汚染物質の排出量インベントリを現況(2005 年) 及び将来(2020 年) を対象として作成した。また、同インベントリと気象モデルの WRF (v3.1.1) 及び大気質モデルの CMAQ (v4.7.1) を用いて、ECA 設定を考慮した場合の環境影響評価を大気中濃度(SO₂, PM_{2.5}, NO₂, O₃)、生態系影響(硫黄及び窒素沈着量) 並びに人体健康影響(O₃ 及び PM_{2.5} による死亡者数) に着目して実施した。

【ECA における排出規制の概要】

改正後の付属書 VI における SO_x 及び PM 規制、NO_x 規制の内容をそれぞれ表 1 及び表 2 に示す。ECA が設定された場合、その対象海域では含有硫黄分 0.1%以下の燃料を使用する必要があり、また、NO_x 排出量は改正前の規制(Tier1) に対して 80%減を義務付ける厳しい規制となっている。

表 1 2010 年 7 月改正後の付属書 VI における SO_x 及び PM 規制の内容

対象物質	対象海域	開始時期	規制内容(燃料中硫黄分: %)
SO _x , PM	一般海域	2012/1/1	3.50%以下
		2020/1/1 or 2025/1/1	0.50%以下
	ECA	2010/7/1	1.00%以下
		2015/1/1	0.10%以下

表 2 2010 年 7 月改正後の付属書 VI における NO_x 規制の内容

規制 ⁽¹⁾	対象海域	開始時期	規制内容(排出係数: g/kWh)
Tier2	全海域	2011/1/1	130rpm 未満 : 14.4
			130 以上 2000rpm 未満 : $44.0 \times n^{-0.23}$ (n: 回転数)
			2000rpm 以上 : 7.7
Tier3	ECA ⁽²⁾	2016/1/1	130rpm 未満 : 3.4
			130 以上 2000rpm 未満 : $9.0 \times n^{-0.2}$ (n: 回転数)
			2000rpm 以上 : 2.0

(1) 規制対象は新造船に搭載される 130kW よりも大きいディーゼル機関

(2) 合計推進出力が 750kW 未満の達成困難と認められた船舶に搭載されるエンジンは免除、など

【作成した船舶排出量インベントリ】

船舶からの大気汚染物質の排出量(Es) は、船舶の活動量(A) に排出係数(Fs) を乗じることにより算出することができる。活動量(A) については燃料消費量として把握可能であり、地理的・時間的に分布を持つ。

2005 年の船舶インベントリの作成では、内航船・外航船・漁船ともに、船型・船種・運行モード(停泊、操業及び航行) 別の一隻あたりのメッシュ内の燃料を集計するボトムアップ手法を基本とした。内航船・外航船の航行時の A の推定には、海上保安庁による AIS 陸上局における受信記録からリアル航行データ(地理的位置、対地速度、方向、船舶の大きさなど) を整理したものを用いた。停泊時の A の推定には、2005 年の港湾統計年報の入港隻数と個別の停泊時間などから時間帯別活動量比率を推計した。漁船の A については、2003 年漁業センサスより、都道府県別、トン数別の航行速力や操業・航行時間等の活動パターンから、燃料消費量及び各漁港を中心とした活動範囲を設定した。なお、内航船及び漁船における A の結果は、燃料消費総量の統計値(熱量ベース) で補正を行った。以上の方法より、時刻別・3 次メッシュ別の A を全国一律の精度で整備した。Fs については、国際的な規制値に加え、日本や EU において使用されている係数を比較し、

現時点で妥当と思われるものを採用した (海洋政策研究財団, 2011)。

2020 年の船舶インベントリの作成では、活動量が 2005 年から変化しない場合とする場合の 2 パターンを設定した。排出係数は、(i) ECA が設定されない場合 (ii) ECA によって SO_x 及び PM 規制と NO_x 規制の双方が設定される場合、(iii) ECA によって SO_x 及び PM 規制と NO_x 規制の何れかが設定される場合、(iv) 全ての船舶が NO_x 規制の Tier3 対応船と仮定した場合、などの条件を考慮した複数のシナリオを設定し、それらシナリオ別で表 1 及び表 2 で示した燃料中硫黄分及び NO_x 排出係数を設定した。なお、NO_x 規制は開始時期以降に建造される新造船に対して適用されるため、将来を対象とした船舶インベントリの作成では、2020 年における Tier1 から Tier3 に該当する船舶の隻数比率を決定する必要がある。同比率の決定方法を含め、将来の船舶インベントリ作成の詳細は海洋政策研究財団 (2012) を参照されたい。

参考として、離岸距離 50NM 以内の範囲を対象とした 2005 年における NO_x・SO₂・PM 排出量の推計値と、2005 年に対する 2020 年の排出量推計値 (活動量が 2005 年から変化しないパターン) の割合を表 3 にまとめる。NO_x 排出量は、全ての船舶が NO_x 規制の Tier3 対応船と仮定した場合の排出量も併記した。

表 3 離岸距離 50NM 以内を対象とした 2005 年における排出量と 2005 年に対する
2020 年の排出量 (活動量が 2005 年から変化しないパターン) の割合

		NOx			SO ₂			PM			
		2005 年 (ton/yr)	2020/2005			2005 年 (ton/yr)	2020/2005		2005 年 (ton/yr)	2020/2005	
			ECA 無	ECA 有	ECA 有 ⁽¹⁾		ECA 無	ECA 有		ECA 無	ECA 有
内	停泊	43,638	0.97	0.95	0.77	10,925	1.00	0.13	2,337	1.00	0.46
	航行	266,807	0.89	0.80	0.15	103,304	1.00	0.06	18,919	1.00	0.27
外	停泊	30,450	0.75	0.60	0.17	27,887	0.97	0.04	4,343	0.97	0.18
	航行	302,432	0.74	0.60	0.16	163,980	0.97	0.04	28,897	0.97	0.18
漁	操業	73,146	0.89	0.80	0.49	7,761	0.99	0.17	2,413	1.00	0.64
船	航行	40,793	0.88	0.79	0.46	4,624	1.00	0.17	1,386	1.00	0.63

(1) 全ての船舶が NO_x 規制の Tier3 対応船と仮定した場合

【現況 (2005) 及び将来 (2020) を対象とした大気質シミュレーション】

ECA の地理的な要件設定や市区町村単位での環境改善効果を算定するためには、比較的細かい格子解像度を持つ大気質シミュレーションモデルの構築が必要とされる。そのため、本研究では地方計算領域 (格子解像度: 5 km) を選定して ECA の導入効果を把握することとした。

地方計算領域の選定は、東アジア計算領域 (格子解像度: 80km) → 日本計算領域 (格子解像度: 20km) のネスティング計算において 2005 年の船舶インベントリの ON/OFF 計算を比較し、船起が及ぼす大気質への影響が大きいと考えられる海域を検討することで行った。結果、東京湾・伊勢湾・大阪湾・瀬戸内海・津軽海峡の 5 海域を ECA 設定の解析対象とし、図 1 に示す地方計算領域を設定した。なお、東アジア計算領域の発生源インベントリ (陸上及び船舶) は REAS・EDGAR・GEIA・GFEDv3 など適宜組み合わせ作成した。日本計算領域及び地方計算領域の発生源インベントリ (陸上) は、EAGrid2000-Japan を 2005 年に補正することで作成した。また、日本計算領域及び地方計算領域で再現された大気中濃度 (SO₂, PM_{2.5}, NO₂, O₃) を EANET・国設局・一般局における観測データを対照として検証し、本研究における再現性は先行研究が示したものと同等であることを確認した。

2020 年を対象とした大気質シミュレーションによる ECA 有効性評価は発表当日に紹介する。

【謝辞】

本研究は、ボートレースの交付金による日本財団の助成事業 (H22~H24) として行われているものである。

【参考文献】

海洋政策研究財団：平成 22 年度 排出規制海域設定による大気環境改善効果の算定事業報告書 (2011),

<http://www.sof.or.jp/jp/report/pdf/ISBN978-4-88404-265-3.pdf>

海洋政策研究財団：平成 23 年度 排出規制海域設定による大気環境改善効果の算定事業報告書 (2012),

http://www.sof.or.jp/jp/report/pdf/2012_rp01.pdf

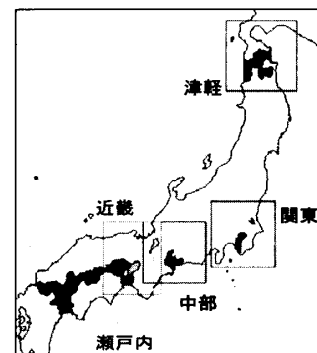


図 1 ECA 有効性評価に
対する計算対象領域