

# D5 日本海の船舶起源の窒素酸化物排出量推定と光化学オキシダント濃度に及ぼす影響評価

Estimation of NOx emissions from ships in the Japan sea and impact to ambient ozone concentrations

共生環境評価領域

82308023 交河 茂晴 (Shigeharu Kokawa)

**Abstract:** The study estimated the amount of NOx by ship emission in Japan sea. The influence of ship emission on ozone (O<sub>3</sub>) concentrations in Hyogo prefecture was examined on July 2008 based on MM5/CMAQ model. The analysis was performed by three sets of simulation scenarios:(1) with ship emission(12-mile limit)(E12) (2) with ship emission(200-mile limit)(E200) (3) without ship emission.(EB).The model results suggested that NOx emitted from the ships enhanced the O<sub>3</sub> concentrations levels in the coast areas during daytime. NOx emission increased by 8 ppb at coast areas and by 6 ppb at inland due to fine and calm condition.

**Keywords:** O<sub>3</sub>, NOx, Ship emission, Photochemical production

## 1. はじめに

光化学オキシダント濃度は近年増加傾向にある。光化学大気汚染は再び注目を集めており、その実態把握のために広域数値シミュレーションモデルが用いられるようになってきている<sup>(1)</sup>。より正確に実態把握するために自動車や工場に比べて規制の少ない船舶起源の NOx 排出を考慮してシミュレーションする必要がある。

本研究では、兵庫県における光化学オキシダント濃度に対する日本海の船舶起源の NOx 排出の影響を調べるために気象/大気質モデルを用いて数値シミュレーションを行った。対象期間は気温の上昇、日射量の増加、植生起源揮発性有機化合物 (VOC) の排出量の増加などにより昼間に高濃度 O<sub>3</sub> が出現しやすい夏季として 2008 年 7 月を選んだ。

## 2. 船舶排出量推定

日本海の船舶起源の NOx 排出量の推定では、日本海を北区 (青森県～富山県)、西区 (石川県～島根県) に分けて船種 (漁船、内航船舶、内航自航、外航船舶) ごとに排出量を推定した。推定方法はシップ・アンド・オーシャン財団の調査報告書<sup>(2)</sup>の設定を参考に、年間燃料消費量から排出係数を乗じることで NOx 排出量を推定した。Table.1 に船種ごとの年間燃料消費量、Table.2 に船種ごとの NOx 排出量を示す。

Table.1 Fuel consumption in Japan sea (G g/year)

	漁船	内航自航	内航商船	外航商船	合計
日本海北区	195	146	117	65	523
日本海西区	440	73	136	109	758
日本海全体	635	219	253	174	1281

Table.2 NOx emissions in Japan sea (G g/year)

	漁船	内航自航	内航商船	外航商船	合計
日本海北区	16.9	12.6	8.5	5.6	43.6
日本海西区	38.3	6.3	11.9	9.4	65.9
日本海全体	55.2	18.9	20.4	15	109.5

## 3. MM5/CMAQ モデル

数値計算モデルとして MM5/CMAQ を用いた。MM5 (5th-generation NCAR/ Penn State Mesoscale Model)<sup>(3)</sup>はメソスケールの気象を計算し予測するための数値モデルであり、CMAQ (EPA Models-3 Community Multiscale Air Quality modeling system)<sup>(4)</sup>は大気移流、拡散、反応モデルである。

計算領域は、ランベルト正角円錐図法で表される 32.0° N, 122.5° E を中心とする東アジア域である。ネスティング手法を用いて、格子数 105 × 81 の 54km 格子領域、格子数 72 × 72 の 18km 格子領域、および兵庫県域を中心とする格子数 72 × 72 の 6km 格子領域の 3 領域で計算を行った。計算の対象期間は、2008 年 7 月を選び、それぞれの期間で 5 日間の助走計算を行った。

#### 4. MM5/CMAQ 計算結果と考察

Fig.1 に、日本海の船舶からの NO<sub>x</sub> 排出を考慮していない計算(EB)から、日本海の船舶からの NO<sub>x</sub> 排出を 200 海里に設定した場合(ES200)、12 海里に設定した場合(ES12)との豊岡でのオゾン濃度の差を示す。EB で昼間には強いピークが現れる場合にしばしば計算で濃度上昇を再現できずに過小評価となっていたが、ES12 では豊岡における昼間での濃度上昇の再現性を向上できた。Fig.2 に、2008 年 7 月 9 日における ES12 でのオゾン、NO、NO<sub>2</sub> 濃度と ES12 と EB のオゾン、NO、NO<sub>2</sub> 濃度差の空間分布を示す。14 時に広範囲で船舶排出によってオゾン濃度が上昇した。よって、船舶起源の NO<sub>x</sub> 排出が日本海側の地域での昼間での濃度上昇の要因であることが考えられる。しかし、夜間には計算であまり濃度が下がらずに過大評価となった。これは、夜間での陸風の影響で船舶から排出された NO<sub>x</sub> が陸地まで到達できずオゾンの消失反応が抑制されていることが原因である。よって、オゾン濃度は移流の影響で大きく変化することが明らかになった。

#### 5. 結論

兵庫県における光化学オキシダント濃度に対する日本海の船舶起源の NO<sub>x</sub> 排出は、昼間での濃度上昇に影響を及ぼしていることが分かった。日本海側に面している唯一の常時観測局である豊岡で特にその影響が顕著である。また、濃度変動は移流による影響が比較的大きいことが分かった。

#### 参考文献

- (1) 大原, 坂田, “光化学オキシダントの全国的な経年変動に関する解析”, 大気環境学会誌, 38(1) (2003), pp. 47-54
- (2) 財団法人 シップ・アンド・オーシャン財団 船舶排ガスの地球環境への影響と防止技術の調査報告書(1998 年)
- (3) Grell GA, Dudhia J, Stauffer DR, A description of the fifth generation Penn State/NCAR mesoscale model(MM5), NCAR Technical Note NCAR/TN-398+STR, 1995
- (4) Byun D, Ching J, Science algorithms of the EPA Models-3 Community Multiscale Air Quality(CMAQ) modeling system, EPA/600/R-99/030, 1999

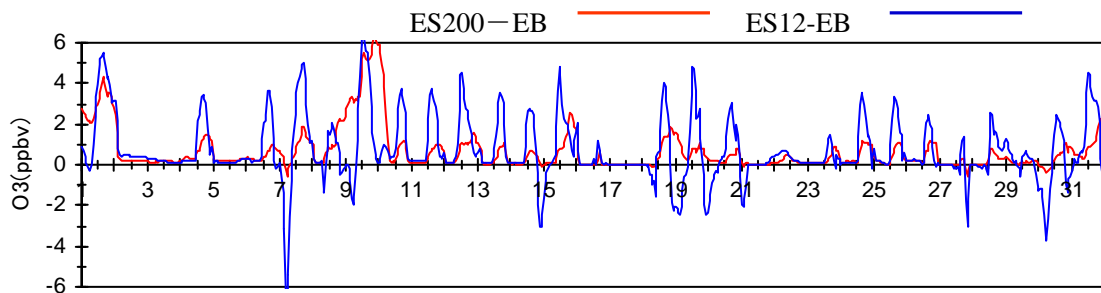


Fig.1 Hourly time series of the difference of the predicted O<sub>3</sub> concentrations (ES200-EB,ES12-EB) at Toyooka in Hyogo Prefecture on July 2008

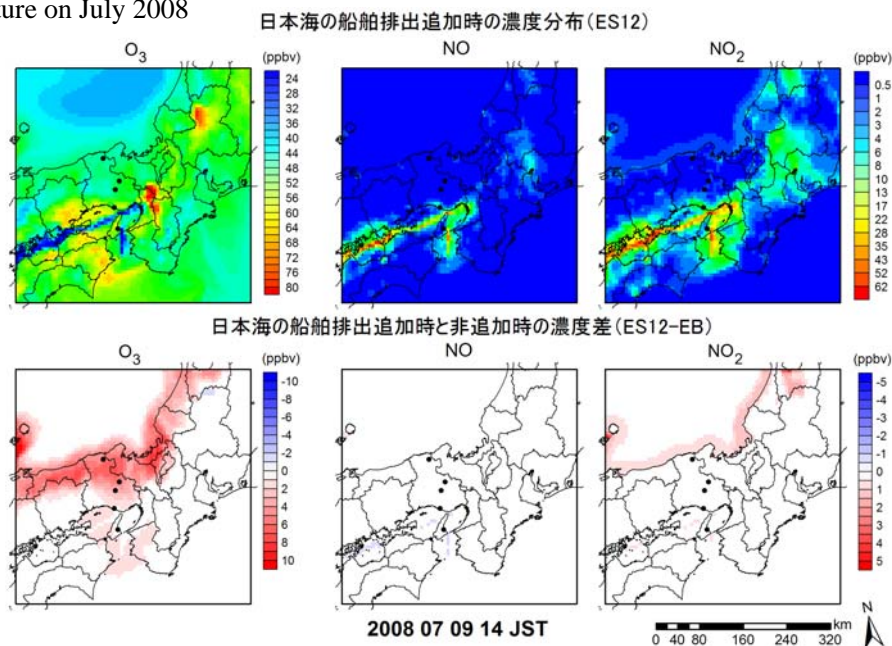


Fig.2 Spatial distributions of the predicted O<sub>3</sub>,NO and NO<sub>2</sub> concentrations and the difference of the predicted O<sub>3</sub>,NO and NO<sub>2</sub> concentrations(ES12-EB) at 14JS on July 9