

C1 NO_x・NMHC 排出削減に伴う光化学オキシダント濃度変動の数値解析

Numerical analysis of the effect of reduction of NO_x and NMHC emissions on photochemical oxidant

指導教員 近藤明教授・共生環境評価領域

28H13013 乾雄人 (Yuto INUI)

Abstract: Photochemical oxidant (O_x) is generated by nitrogen oxides (NO_x) and non-methane hydrocarbons (NMHC) with ultraviolet rays from the sun. The objective of this study is to analyze the effect of the reduction of the precursor emissions in Japan on O_x concentration. The analysis was conducted by using the Community Multiscale Air Quality model (CMAQ). Three cases of air quality simulations were conducted with anthropogenic emission data in land areas in Japan for the year 2000, 2005 and 2010, using the meteorological field fixed to summer 2010. At the center of Osaka with substantially large NO_x emission, the daily maximum 8-hour ozone concentration decreased from 2000 to 2005, but slightly increased from 2005 to 2010. Meanwhile, the concentration averaged in all urban areas in the Kinki region decreased in both periods. Thus the reduction of anthropogenic emissions in Japan is effective to improve photochemical air pollution.

Keywords: anthropogenic emissions, photochemical oxidant, NMHC/NO_x ratio, Osaka, CMAQ

1. 背景と目的

光化学オキシダントは、非メタン炭化水素 (NMHC) および窒素酸化物 (NO_x) が太陽からの紫外線を受けて光化学反応を起こし、生成される。1970 年代の光化学大気汚染出現後、自動車排ガス規制などの環境規制や、環境技術の進歩により、光化学オキシダントの前駆物質の排出量が大幅に削減されたことにより、光化学オキシダント濃度は減少した。しかしながら、近年、前駆物質の排出量は減少しているにもかかわらず、光化学オキシダントの濃度はまたもや増加傾向になっている。光化学オキシダントの濃度変動の要因は様々であり、越境汚染や気象場、前駆物質の濃度変動やその比率の変化などに影響を受けるが、それぞれの光化学オキシダントの濃度変動への定量的影響は定かではない。本研究では、大気質モデルを用いて、国内の前駆物質排出削減が都市域の光化学オキシダント濃度変動に与える影響を解析することを目的とする。

2. 計算方法

本研究では気象モデル (WRF¹⁾) および大気質モデル (CMAQ²⁾) を用いて、大気物質の濃度の計算を行う。計算期間は、2010 年 7 月 6 日から 8 月 9 日とした。計算領域、および評価対象とした国設大阪測定局および都市域を図 1 に示す。東アジアを対象とする 64km 格子領域 (D1)、日本本州を対象とする 16km 格子領域 (D2)、近畿圏を対象とする 4km 格子領域 (D3) の 3 領域とした。国内の人為起源排出削減に伴う光化学オキシダント濃度変動を評価するために、気象場を 2010 年の夏に固定した状態で、排出量データを EAGrid2000/2005/2010³⁾ と変更し、計算を行った。D3 内の NMHC および NO_x の総排出量を図 2 に示す。NMHC 排出量は、両期間で同程度の削減量であるのに対して、NO_x 排出量は、2000 年～2005 年に比べて、2005 年～2010 年の方が約 3 倍削減されている。

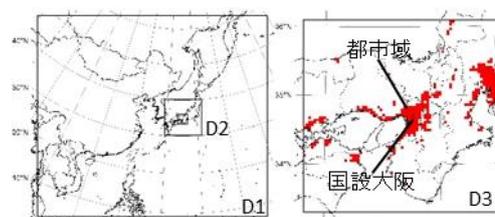


図 1 計算領域および評価対象地域

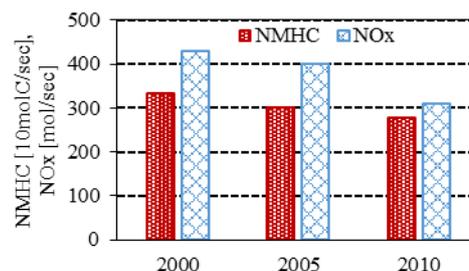
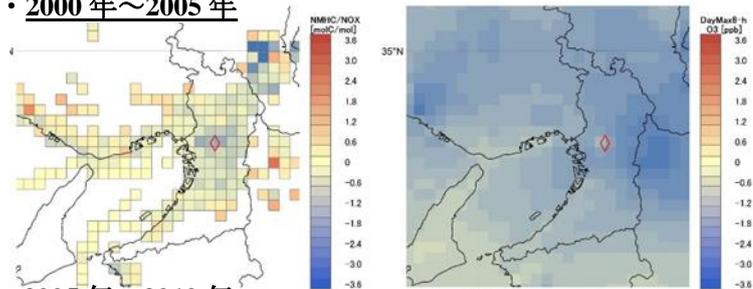


図 2 NMHC・NO_x 総排出量 (D3)

3. 計算結果

2000年～2005年、2005年～2010年の京阪神地域における NMHC/NO_x 排出量比率の変化量およびオゾン濃度の日最大8時間値の変化量の空間分布を図3に示す。これらの結果は国内の人為起源排出削減に伴う光化学オキシダント濃度変動への影響を示唆している。人為起源排出による影響に焦点を当てるため、NMHC/NO_x 排出量比率に関しては、NO_x 排出量が 5mmol/sec/km² 以上の計算格子のみを示す。2000年～2005年では、NO_x 排出量の削減比率が NMHC 排出量の削減比率よりも全体的に小さいことから、NMHC/NO_x 排出量比率は減少した。特に国設大阪を含む大阪府中心では減少が顕著となった。オゾン濃度は、京阪神地域全域で減少し、特に大阪府東部のような内陸部の都市域では減少が顕著となった。2005年～2010年では、NO_x 排出量の削減比率が NMHC 排出量の削減比率よりも全体的に大きいことから、NMHC/NO_x 排出量比率は大部分の都市域で増加したが、国設大阪を含む大阪府中心や、沿岸部では一部わずかに減少した。オゾン濃度は、内陸部では顕著に減少したが、国設大阪を含む大阪府中心や、沿岸部ではわずかに増加した。各ケースにおいて、国設大阪と都市全域における、オゾン濃度の日最大8時間値の計算期間における平均値の推移を図4に示す。国設大阪においては、オゾン濃度は人為起源排出削減に伴い、2000年～2005年では減少したが、2005年～2010年ではわずかに増加した。都市全域においては、オゾン濃度は人為起源排出削減に伴い、両期間で減少した。これらの結果を踏まえて、人為起源排出削減に伴い、日中のオゾン濃度が増加する地域もあるが、都市全域で考えれば、光化学大気汚染は軽減される方向に作用すると考えられる。

・ 2000年～2005年



・ 2005年～2010年

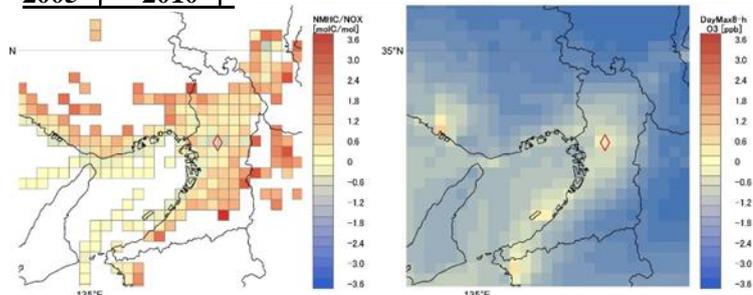


図3 ケース間の変化量

(左：NMHC/NO_x 排出量比率、右：オゾン濃度)

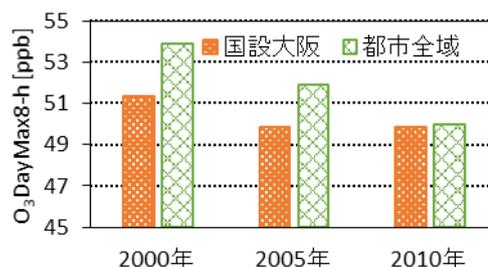


図4 オゾン濃度の日最大8時間値の推移

4. 結論

本研究では、国内の人為起源排出削減に伴う光化学オキシダント濃度変動を評価するため、大気質モデル (CMAQ) を用いて、気象場を 2010 年夏季に固定した状態で、国内の人為起源排出量データを EAGrid2000/2005/2010 と変更し、計算を行った。国内の人為起源排出削減は、日中のオゾン濃度を増加させる地域もあるが、都市全域で考えれば、オゾン濃度を減少させる方向に作用した。つまり、国内の人為起源排出削減が光化学大気汚染の軽減に効果的であることが示唆された。

参考文献

- 1) Skamarock, W. C., et al: NCAR Tech. Note, NCAR/TN-475;STR., 2009.
- 2) Byun, D. W., et al: NERL, Research Triangle Park, NC., 1999.
- 3) 福井哲央ら: 大気環境学会誌, 第 49 巻. 第 2 号, 2014.