

ME4 近畿圏における過去 50 年間の大気質変動のモデリングと健康影響の解析

Modeling air quality changes and analysis of their impacts on human health over the last 50 years in the Kinki region

指導教員 嶋寺光准教授・共生環境評価領域

28H19031 窪田桃子 (Momoko KUBOTA)

Abstract: In this study, simulations in the Kinki region for the past 50 years were performed by using an air quality model called WRF/CMAQ with long-term climate analysis data JRA-55 and different long-term emission data (EDGAR v4.3.2, CEDS or REAS v3.1). The simulations with REAS v3.1 better reproduced long-term air quality trends than those with EDGAR v4.3.2 or CEDS, and estimated a decreasing trend in PM_{2.5} concentration from the year 1970 to 2010. The simulated PM_{2.5} change was applied to estimates of its impacts on lung cancer more than respiratory diseases. Regarding the relationship between PM_{2.5} concentration and health effects, it was suggested that PM_{2.5} affects lung cancer more than respiratory diseases.

Keywords: Air pollution, CMAQ, REAS, Health effect

1. はじめに

日本の大気汚染状況は、大気汚染防止法が制定された 1968 年以降、段階的に改善されてきた。その変化は全国的な大気観測網によって把握されてきたが、大気汚染防止法制定直後は観測地点が限られているため、当時の状況を観測データによって詳細に把握することはできない。しかし近年では長期気候再解析データや長期排出量推計データの整備が進められており、観測データが得られない期間・地域でも、数値シミュレーションによって大気汚染状況を推計することが可能となっている。本研究では、大気質モデル WRF/CMAQ による過去 50 年間の近畿圏におけるシミュレーションを長期気候再解析データ JRA-55 および異なる長期排出量データ (EDGAR v4.3.2、CEDS、REAS v3.1) を用いて実施した。

また、大気汚染と人の健康には深い関連があることが疫学研究によって示されている。米国の疫学研究では PM₁₀ 濃度や PM_{2.5} 濃度の上昇と死亡率に関連があることが明らかになった¹⁾。本研究ではシミュレーション結果を用いて、PM_{2.5} 濃度変化による健康影響の変化について解析した。

2. 計算方法

大気質モデル CMAQ v5.2.1 を用いて、近畿圏を中心とした 10 km 格子領域において 1970~2010 年度の 10 年ごとの大気汚染物質濃度の再現計算を行った。気象場は、JRA-55 を入力とする気象モデル WRF v3.8 を用いて作成した。排出量は、EDGAR ケース (全て EDGAR v4.3.2 を用いる)、CEDS ケース (日本における総排出量のみ CEDS を用い、空間配分やその他地域には EDGAR v4.3.2 を用いる)、REAS ケース (REAS v3.1 を用い、その範囲外は EDGAR v4.3.2 を用いる) の 3 ケースで実施した。

続いて CMAQ 計算結果を基に算出した PM_{2.5} 濃度を用いて、近畿圏周辺の各府県における健康影響を推計した。健康影響として肺がんと呼吸器疾患 (肺炎、慢性気管及び肺気腫、喘息) による死亡を対象とし、その指標として相対リスク (RR: relative risk) を用いた。濃度 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 増加に伴う RR を表 1 に示す。大気汚染濃度の変化に対する健康影響の変化の関係を表す曝露反応関数を用いて、PM_{2.5} 濃度変化に起因する死亡者数の変化 (ΔMort) を推計した。曝露反応関数を式 (1) に示す。

表 1 PM _{2.5} 濃度 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 増加に伴う相対リスク (RR)			
肺がん		呼吸器疾患	
男性	女性	男性	女性
1.26	1.17	1.11	1.28

$$\Delta Mort = y_0(1 - \exp^{-\beta \Delta x})Pop \quad (1)$$

ここで y_0 と Pop はそれぞれ死亡率と人口を指し、政府統計ポータルサイト(e-Stat)のデータを用いた。また、 β は曝露による各因子の健康影響推定値を指し、RR から得た。 Δx は $PM_{2.5}$ 濃度変化を指す。

3. 計算結果と考察

図1に近畿圏周辺における SO_2 、 NO_2 、 O_3 及び $PM_{2.5}$ の計算結果を示す。なお、 SO_2 、 NO_2 、 O_3 の1976年度以降と $PM_{2.5}$ の2010年度については観測値も示した。観測データは常時監視測定局の平均観測値を用いた。統計指標として、Index of Agreement (IA) を用いた。IA は、0 から 1 の範囲をとり 1 に近いほど再現性が良好である。

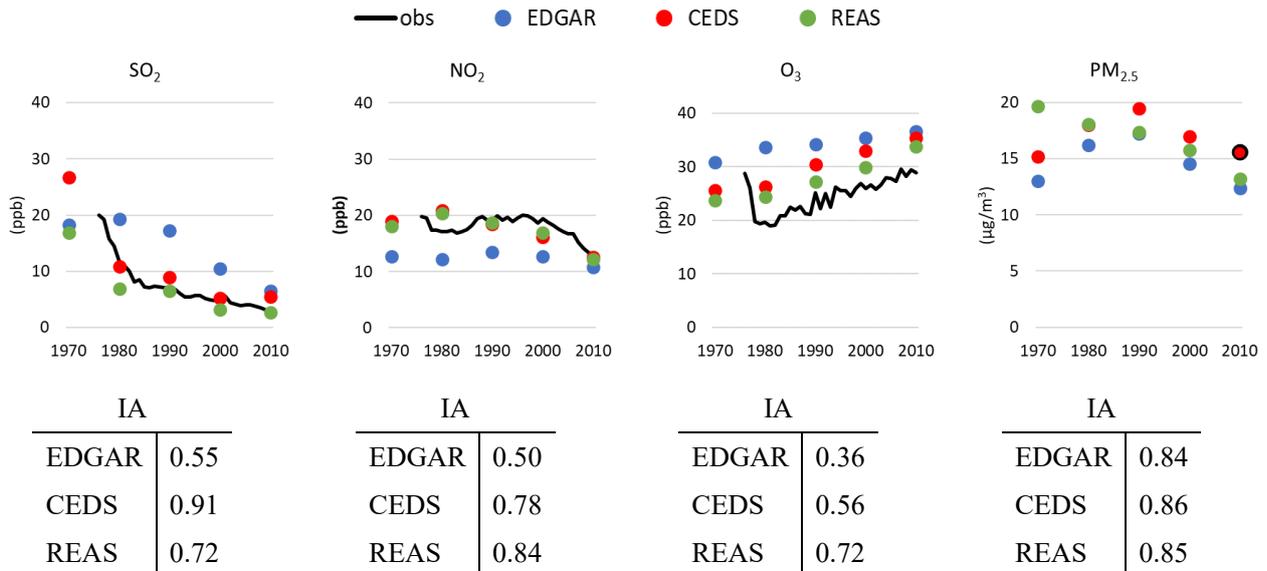


図1 近畿圏周辺における各汚染物質濃度の観測値およびCMAQ計算値

SO_2 及び NO_2 について、CEDS ケースと REAS ケースで IA 値が高く良好に再現された。 O_3 について IA 値が REAS ケースでより良好な再現性を示した。 $PM_{2.5}$ について、REAS ケースは他 2 ケースと異なり減少傾向であったが 2010 年度での再現性は同程度だった。以上より、REAS ケースが他 2 ケースと比較して再現性が高いため、健康影響評価には REAS ケースを用いた。次に REAS ケースの計算結果を用いて $PM_{2.5}$ に起因する各府県、性別ごとの増加死亡者数を算出した。大阪と愛知に焦点を当てると 1980～2010 年度（平均 $4.8 \mu g/m^3$ の濃度減少）での減少死亡数は、合計で肺がん男性 148 人、女性 39 人、呼吸器疾患男性 58 人、女性 121 人だった。相対リスク（表 1）は肺がん男性よりも呼吸器疾患女性の方が高い値だったにも関わらず、肺がん男性の死亡減少数の方が多かった。これは $PM_{2.5}$ の濃度変化が肺がんに、より影響を与えることを示している。

4. 結論

EDGAR v4.3.2、CEDS、REAS v3.1 という 3 つ長期排出量データの中で、REAS v3.1 を大気質シミュレーションに用いた場合、1970～2010 年度の近畿圏周辺における大気汚染物質濃度変動が最もよく再現された。またその場合に、 $PM_{2.5}$ 濃度観測データが得られない 1970～2000 年度において、 $PM_{2.5}$ 濃度の減少傾向が示された。また、 $PM_{2.5}$ 濃度と健康影響の関連について、増加死亡率は肺がんでは男性、呼吸器疾患では女性の方が影響は大きく、 $PM_{2.5}$ は呼吸器疾患よりも肺がんにより影響することが示唆された。

参考文献

- 1) Douglas W. Dockery, C. Arden Pope, Xiping Xu, John D. Spengler, James H. Ware, Martha E. Fay, Benjamin G. Ferris, Jr., and Frank E. Speizer: An Association between Air Pollution and Mortality in Six U.S. Cities, pp,1753-1759, 1993.