

化学輸送モデルを用いた Land Use Regression モデルによる阪神地域における NO₂ 濃度の推計

○衛藤信之介¹⁾, 荒木真¹⁾, 嶋寺光¹⁾, 松尾智仁¹⁾, 近藤明¹⁾
¹⁾大阪大学

【はじめに】都市域での大気汚染物質への曝露による健康影響を評価するには、周辺濃度を正確に推計する必要がある。疫学研究における曝露度推計には、Land Use Regression (LUR) モデルが広く用いられている。LUR モデルは大気汚染物質の濃度を目的変数とし、土地利用区分などの濃度変動と相関があると考えられる環境情報を説明変数として線形回帰モデルを構築するものである。このモデルは濃度測定値を用いて構築するため、測定局における平均誤差は小さくなるが、測定局の数や説明変数に用いる環境情報の時空間的高解像度次第で良好な推計が困難となるという課題がある。一方、広域的な濃度推計には化学輸送モデルも使用されている。化学輸送モデルは汚染物質の発生・輸送・反応・沈着の諸過程を数学的に解くことで、任意の空間での濃度の時間変動を推計することができる。しかし、このモデルは各過程の不確実性に起因して、LUR モデルに比べて測定局における濃度推計誤差が大きという課題がある。そこで本研究では、説明変数のひとつに CMAQ の計算値を用いる LUR モデルを新たに開発し、本モデルが既存モデルよりも正確に濃度を推計することができるかを検証した。

【方法】阪神地域の 2014 年における年平均および月平均 NO₂ 濃度について、化学輸送モデル CMAQ (モデル①)、説明変数として CMAQ を用いない従来の LUR モデル (モデル②)、説明変数として CMAQ を用いる新たな LUR モデル (モデル③) の 3 つのモデルによる推計結果を比較した。空間解像度はすべてのモデルで 1km² とした。LUR モデルでは、2014 年に一般環境大気測定局の計 102 か所で測定された NO₂ 濃度を、土地利用などの地理情報 (説明変数) を用いて線形回帰した。説明変数の選択には supervised forward ステップワイズ法[1]を用いた。これにより得られた回帰モデルに対して一個抜き交差検証を実施し、モデルの推計精度を自由度調整済み決定係数 (CVR²)、CV RMSE によって定量的に評価した。また、モデル①~③について、観測値に対する model R²、RMSE でそれぞれ比較した。

【結果】図 1 に年平均 NO₂ 濃度についてのモデル③の交差検証結果を示す。従来のモデル②の CVR²、CV RMSE はそれぞれ 0.64、2.6 ppb であり、モデル③では性能が向上した。表 1 に年平均および月平均 NO₂ 濃度についてのそれぞれのモデルの model R² および model RMSE を示す。年平均、月平均の両方において、CMAQ と LUR を組み合わせたモデル③は、他の 2 モデルと比較して R² の値が上昇し、RMSE の値は減少した。つまり本研究で提案したモデルは、従来のものと比較して NO₂ 濃度の季節・空間変動をより正確に推計したといえる。図 2 にそれぞれのモデルの年平均濃度分布を示す。提案したモデル③は、モデル①に比べて濃度を高く推計し、モデル②に比べて細かい空間変動を表現している。

今後は、さらに時間的解像度の高い日平均値や、ほかの汚染物質での推計に適用することで提案したモデルの汎用性について検討する。

表 1 各モデルの濃度推計精度比較

| | 年平均値 | | 月平均値 | |
|------|----------------|-----------|----------------|-----------|
| | R ² | RMSE(ppb) | R ² | RMSE(ppb) |
| モデル① | 0.69 | 4.0 | 0.67 | 4.5 |
| モデル② | 0.66 | 2.5 | 0.72 | 2.9 |
| モデル③ | 0.72 | 2.2 | 0.79 | 2.5 |

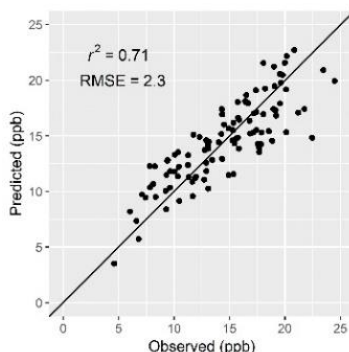
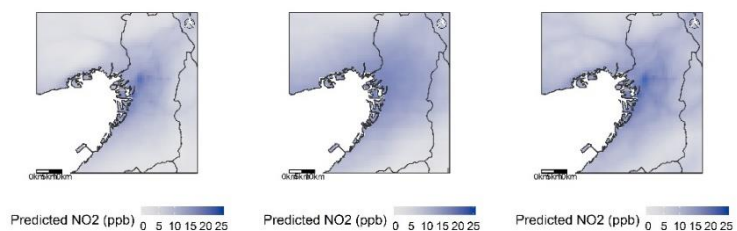


図 1 モデル③の交差検証結果 (年平均)



(a) モデル① (b) モデル② (c) モデル③

図 2 各モデルによる年平均 NO₂ 濃度空間分布

[1] Beelen et al., Development of NO₂ and NO_x land use regression models for estimating air pollution exposure in 36 study areas in Europe - The ESCAPE project, Atmos. Environ., 2, 10-23, 2014.