

化学輸送モデルを用いた Land Use Regression モデルによる大気質の高時空間解像度推計

○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、その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濃度推計には、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いという課題がある。そこで本研究では、説明変数のひとつに化学輸送モデルの計算値を用いる 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、月平均、日平均の NO₂ および PM_{2.5} 濃度について、化学輸送モデル CMAQ、説明変数として CMAQ を用いない従来の LUR モデル、説明変数として CMAQ を用いる新たな LUR モデル (LUR+CMAQ) 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 1km とした。LUR モデルでは、2014 年に一般環境大気測定局で測定された NO₂ および PM_{2.5} 濃度を、土地利用などの環境情報 (説明変数) を用いて線形回帰した。説明変数については、濃度と相関し得るものを supervised forward stepwise selection を用いて選択した。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 CV R²、CV RMSE によって定量的に評価した。また、これらの 3 つのモデルについて、観測値に対する model R²、model RMSE でそれぞれ比較した。

【結果】構築モデルの検証結果を表 1 に示す。今回新しく提案した LUR モデルは、すべてのモデルにおいて CMAQ が説明変数として選択された。クロスバリデーション結果として、LUR+CMAQ モデルは従来の LUR モデルと比較して、全ての物質・時間カテゴリにおける推計結果で CV R² の値が上昇し、CV RMSE の値は減少した。つまり新しく提案した LUR+CMAQ モデルは従来の LUR モデルと比較して性能が向上することが確認された。特に日平均値の推計結果においては CMAQ を変数として LUR モデルを構築すると、CV R² が 0.40 以上上昇し、大幅な性能向上が確認された。NO₂ の日平均値の推計においては、変数として CMAQ のみが選択された。この結果は、LUR モデル構築における CMAQ 以外の説明変数候補では、観測値と CMAQ による推計値の間の誤差分を表現できなかったことを示している。model R² および model RMSE の結果においては、年平均 PM_{2.5} 推計結果以外のモデルで LUR+CMAQ が最も良いという結果が得られた。

表 1 モデル①～③の 2014 年における年・月・日平均 NO₂ および PM_{2.5} 濃度に対するクロスバリデーション結果および推計値と観測値の比較

		年平均				月平均				日平均			
		CV		model		CV		model		CV		model	
		R ²	RMSE(ppb)	R ²	RMSE(ppb)	R ²	RMSE(ppb)	R ²	RMSE(ppb)	R ²	RMSE(ppb)	R ²	RMSE(ppb)
NO ₂	CMAQ			0.69	4.0			0.67	4.5			0.63	6.3
	LUR	0.64	2.6	0.64	2.6	0.57	3.2	0.61	3.4	0.20	7.2	0.29	7.3
	LUR+CMAQ	0.71	2.3	0.71	2.3	0.74	2.7	0.74	2.9	0.60	5.2	0.63	5.3
		R ²	RMSE (μg/m ³)	R ²	RMSE (μg/m ³)	R ²	RMSE (μg/m ³)	R ²	RMSE (μg/m ³)	R ²	RMSE (μg/m ³)	R ²	RMSE (μg/m ³)
PM _{2.5}	CMAQ			0.49	3.4			0.66	3.9			0.69	5.9
	LUR	0.53	1.14	0.57	1.1	0.58	2.5	0.54	2.6	0.10	8.1	0.09	8.4
	LUR+CMAQ	0.58	1.21	0.53	1.1	0.73	1.9	0.72	2.0	0.72	4.5	0.72	4.6

【謝辞】本研究は、(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費 (5-1955) により実施された。