

学位論文及び審査結果の要旨

横浜国立大学

氏名	Saimar Pervez
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	環情博甲第517号
学位授与年月日	令和4年3月24日
学位授与の根拠	学位規則(昭和28年4月1日文部省令第9号)第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項
研究科(学府)・専攻名	環境情報学府 人工環境専攻
学位論文題目	Development of Land Use Regression (LUR) model for Nitrogen Dioxide (NO ₂) Pollution in Lahore, Pakistan (ラホール市(パキスタン)でのNO ₂ 汚染研究のためのLand Use Regression (LUR)モデルの開発)
論文審査委員	主査 横浜国立大学 教授 中井 里史 横浜国立大学 教授 亀屋 隆志 横浜国立大学 准教授 小林 剛 横浜国立大学 教授 本藤 祐樹 横浜国立大学 教授 澁谷 忠弘

論文及び審査結果の要旨

パキスタンでは、人口の増加、産業の発展、経済的繁栄に伴い、大気汚染の急速な増加に直面している。特に冬の間はスモッグの危険があり、国民の健康が懸念され。また、季節変動(モンスーン変動)は大気質に影響を及ぼし、大気汚染を悪化させることが懸念されている。大気汚染の実態を把握し、健康影響調査などを実施することが必要とされるが、パキスタンは発展途上国であり資金も十分ではなく、モニタリング機器が十分ではなく、市街地全体の大気質を監視することは非常に困難となっている。数カ所で行われている測定結果に基づいて、都市全体の大気汚染状況、ひいては住民の曝露状況や健康影響を検討することは、信頼性の面からも課題がある。

このような点から本研究は、種々の大気汚染研究を発展させるため、さらには可能な解決策を提供できるようにするため、広域にわたる大気汚染モニタリングの代替となる費用効果の高いモデルを作成することを目的としている。近年、Land Use Regression (LUR) モデルが、大気汚染疫学研究での曝露評価方法として、重要視されている。そのため本研究では、パキスタンのラホール市を対象として LUR モデルを作成し、都市内の大気汚染物質の空間パターンを得ることとした。

博士論文の構成は以下の通りである。

第一章では、本研究の背景および目的を述べた。

第二章では、LUR モデルを中心に、大気汚染研究に関する文献レビューをおこなった。

第三章では、本研究の対象地域と研究方法について述べた。対象地域はパキスタン第2の都市であるラホール市とし、大気汚染物質としては、パキスタンで重要視されている二酸化窒素(NO₂)を選んだ。上記のように大気汚染物質濃度については公的モニタリングデータが十分には存在しないことから、既存研究から濃度測定データを提供してもらって使用した。予測変数としては、道路網、土地利用分類に加えて、地域固有の変数(車両整備ワークショップ、VMW)について検討した。

さまざまな大気汚染源が混在していると考えられるとともに、汚染源の存在や強度が十分にわかっていない発展途上国の都市部での研究では、潜在的な汚染源を検討に加えることは重要である。本研究では、VMW を候補として取り上げており、このような検討を行うことが本研究を特徴づけている。さらに、LUR モデルは年平均値に関して検討されることが多いが、パキスタンはモンスーン地帯であり、またモンスーンの時期かどうかで電力供給量に差が認められており、その結果としての各家庭などでの発電機使用にともなう汚染物質の排出量が影響することが考えられることか

ら、これらの影響を考慮するためにも、季節ごと（モンスーン前（4～6月）、モンスーン期間中（7～8月）、モンスーン後（9～11月）について検討している。この点も本研究を特徴づけるものとなっている。

第四章では検討結果を示し、第五章で考察を行っている。各季節とも最終モデルには、道路網（道路の長さ）、居住地域、VMWからの距離が選出され、決定係数は、モンスーン後（ $R^2=0.77$ ）が最も高く、モンスーン期間中（ $R^2=0.71$ ）、モンスーン前（ $R^2=0.70$ ）となっており、他の研究と比較しても十分に高い値で、精度よいモデルとなった。地図上に予測 NO_2 濃度分布を描いたところ、道路近傍や住宅密集地周辺で濃度が高くなっており、自動車からの排ガスや、VMWの影響があることを反映したものとなっていた。またモンスーン期間中は、病院地域に関係する変数が選出されていたが、これは大雨のため電力供給が停滞してしまうモンスーン期間中の病院での自家発電の影響であることが示唆されるものである。家庭と比べて病院などでは発電の規模が大きいことが、予測変数として選出された理由であるものと考えられた。

第六章では、研究の総括を行った。

本研究は、パキスタン都市部における LUR モデルの適用可能性などを検討する最初の研究であり、得られた結果のみならず潜在変数に関する考え方は他の都市へも適用できると考えられる。一方で、郊外部への検討拡大が十分ではないこと、工場からの排出を十分には検討できていないことなどの課題があることも指摘できる。しかし、本研究の成果は、今後の環境健康影響研究や環境健康リスク評価研究に適用できると考えられるとともに、政府や自治体などに環境対策さらには測定網の設置などを提言していくために重要な研究として位置付けられると判断できることから、博士論文として評価できる。以上の点から、本論文は博士（工学）の学位論文として十分な内容を有すると審査委員全員が一致して認めた。

また公聴会等で提出論文関連分野に関する質疑に対して極めて的確な回答をしており、優れた専門的学力を有すると判定した。語学については、申請者の出身であるパキスタンの国語はウルドゥー語であるが、学位論文を英語で執筆し、国際誌にも投稿論文が受理されていること、さらには本学国際教育センターで日本語講習を修了していることから、十分な能力を有すると認めた。以上より、最終試験に合格と判定した。

注 論文及び審査結果の要旨欄に不足が生じる場合には、同欄の様式に準じ裏面又は別紙によること。