

Title	多時期衛星画像の時空間データ分析によるタイ王国のPM2.5濃度の時系列変化推定技術の開発と心肺系死亡への影響評価
Author(s)	SUHAIMEE, BUYA
Citation	
Issue Date	2025-09
Type	Thesis or Dissertation
Text version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/10119/20063
Rights	
Description	Supervisor: 郷右近 英臣, 先端科学技術研究科, 博士

氏 名	Suhaimee Buya
学 位 の 種 類	博士（知識科学）
学 位 記 番 号	博知第 390 号
学 位 授 与 年 月 日	令和 7 年 9 月 24 日
論 文 題 目	Development of a Spatiotemporal Analysis Method Using Multi-temporal Satellite Imagery to Estimate Temporal Variations in PM2.5 Concentrations and Evaluate Their Impact on Cardiorespiratory Mortality in Thailand
論 文 審 査 委 員	郷右近 英臣 北陸先端科学技術大学院大学 准教授
	HUYNH Van-Nam 同 教授
	HIEU CHI DAM 同 教授
	KIM, Eunyoung 同 准教授
	Sasiporn Usanavasin Sirindhorn International Institute of Technology, Thailand 助教

論文の内容の要旨

Air pollution, specifically fine particulate matter (PM2.5), is a critical global health concern, contributing to an estimated 4.2 million premature deaths annually. PM2.5 exposure is strongly linked to elevated risks of cardiorespiratory diseases, including cardiovascular conditions, chronic respiratory illnesses, and lung cancer. Thailand's urban and industrialized areas, in particular, face deteriorating air quality, with PM2.5 concentrations often exceeding national and international safety standards. Despite extensive documentation of air pollution's health effects, a significant research gap persists in understanding the long-term mortality impacts of PM2.5 exposure across diverse Thai regions.

This study investigates the relationship between PM2.5 pollution and cardiorespiratory mortality in Thailand from January 2015 to December 2019. Utilizing high-resolution satellite-based PM2.5 data, mortality records, and population statistics, the research employs advanced statistical methodologies, including Poisson regression modeling and Moran's I spatial analysis, to assess regional variations in air pollution and its association with mortality rates.

Findings indicate a significant correlation between PM2.5 exposure and increased cardiorespiratory mortality, with the highest risks observed in the central and northern regions, which experience the most severe pollution levels. Seasonal analysis reveals peak mortality rates during the dry season (November to April), coinciding with heightened air pollution from biomass burning, industrial emissions, and meteorological conditions that worsen pollutant accumulation. Specifically, monthly PM2.5 concentrations above 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ are associated with a 1%-7% increase in mortality risk, while levels below 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ correlate with a 3%-6% reduction.

These results underscore the urgent need for comprehensive air quality management strategies, stricter emission controls, and enhanced monitoring systems to mitigate air pollution's health impacts. Furthermore, spatial analysis identifies high-risk areas, emphasizing the necessity

of targeted policy interventions and region-specific mitigation measures. This study contributes to the growing evidence supporting the implementation of more stringent air pollution regulations and public health initiatives to safeguard vulnerable populations in Thailand.

Keywords: Air pollution, PM2.5, Cardiorespiratory mortality, Spatiotemporal analysis, Thailand, Poisson regression, Moran's I spatial analysis, Public health, Satellite-based monitoring, Remote sensing, Environmental health

論文審査の結果の要旨

本研究では、タイ全土における PM2.5 の分布と肺炎による死亡率の関係を評価するモデルを構築した。

まず、先行研究ではタイ全土の PM2.5 の分布を推定するモデルがなかったため、そのモデルの構築から取り組んだ。先行研究においては、タイ国内の一部の地域を対象に地表面での PM2.5 の観測データと衛星画像データを統合した PM2.5 分布の推定手法が提案されていたが、網羅性・推定精度に大きな課題があった。それらの課題を解決するために、衛星画像の時系列データ分析を、これまで PM2.5 の推定では着目されてこなかった時系列データや地域特性を示す変数（地表面の植生指標など）に着目し、先行研究で提案されていた精度よりもはるかに良い精度を実現した。モデルの構築のプロセスにおいては、衛星画像から得られるエアロゾル濃度の推定値や正規化植生指標のようなデータを説明変数、2015 年から 2019 年までに観測した地表面での PM2.5 の観測データを目的変数とした PM2.5 推定モデルを構築し、それらをタイ全土に応用するような処理を行なった。

次に、これらの衛星画像による PM2.5 の推定結果と現地における死亡率の統計的な関係を評価するモデルを新たに構築した。田園地帯や都市域において、PM2.5 の肺炎の関係にも傾向の違いが見られることが新たな示唆として得られた。

短期的な PM2.5 の上下動は綺麗に予測ができているものの、長期予測についてはまだ課題が残る結果であった。しかし、総じて先行研究よりも良好なモデルを提案していたことや、本研究に関連する成果として複数の Q1 ジャーナル論文・査読付国際会議での発表も行なっており、学術的にも十分な水準を有する博士学位論文を執筆したものと考えられる。