



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Assessing human impacts on coastal ecosystems : a spatiotemporal analysis of land use, mangrove forest degradation and land surface temperature
Author(s)	NABILA, Irtifa Alam
Description	この博士論文の全文は利用可能日以降に公開されます。
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第16680号
Issue Date	2025-12-25
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k16680
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/98654
Type	doctoral thesis
File Information	NABILA_Irtifa_Alam_review.pdf, 審査の要旨 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/



学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士 (環境科学)

氏 名 NABILA Irtifa Alam

審査委員 主査 特任教授 露崎 史朗
副査 教授 中路 達郎
副査 教授 佐藤 友徳
副査 教授 根岸 淳二郎

学 位 論 文 題 名

Assessing human impacts on coastal ecosystems: a spatiotemporal analysis of land use, mangrove forest degradation and land surface temperature

(沿岸生態系に対する人為干渉の評価：土地利用、マングローブ林劣化、
地表面温度の時空間分析)

本研究は、沿岸生態系、特にマングローブ林の急激な劣化に対し、時間的・空間的な変化の実態と生態系サービスの回復メカニズムを定量的に評価し、環境保全に資することを目的として行った。対象地域は、1966年以降に海岸防災目的でマングローブ植林が継続されてきたバングラデシュ南東部であり、2016年に開発が始まった特別経済区(SEZ)が局所および広域スケールで森林を始めとする生態系に与える影響を検証した。

本研究の主な検証項目は、(1)マングローブ林および周辺地域における土地利用・土地被覆(LULC)変化の高精度検出(第1章)、(2) SEZ開発による長期的な生態影響の評価(第2章)、(3) LULC変化が土地表面温度(LST)に与える影響の分析評価(第3章)の3点である。これらの目的達成のために、リモートセンシング(RS)技術と現地調査を組み合わせた多角的な手法を用い分析を行った。各章で得られた結果は、以下の通り。

第1章では、Google Earth Engine上でランダムフォレスト(RF)アルゴリズムを用いた教師あり分類を行い、LandsatおよびSentinel衛星画像に基づき1調査地域内の92 km²を9つのLULCクラスに高い精度で分類を行った。その結果、2014年まで存在しなかった市街地は2021年には13 km²に急拡大し、森林面積は2014年の43 km²から2021年には36 km²に減少した。土地利用に対する遷移行列を見ると、主な森林減少の要因は市街地、干潟、裸地、人工水域への転換によるものであることが明らかとなった。また、草地面積の変化も顕著であった。これらにより、マングローブのレジリエンス低下の空間的構造が明らかとなった。

第2章では、IKONOSおよびTripleSatの高解像度画像を用いて、SEZ開発前(2011年)と後(2021年)のNDVI変化をBACI(Before-After-Control-Impact)手法により評価した。現地で森林プロットを設置し、森林構造調査を行い、生態系劣化の規模と深刻度を用いて攪乱強度をランク付けし、これをもとに解析を進めた。その結果、NDVIは全体で17%ほど低下し、特に道路や建設区域周辺で顕著であることが明らかとなった。攪乱強度とNDVI変化には負の相関が認められ、影響は最大20 kmの範囲に及んだ。これらの結果は、従来の研究ではほとんど報告されなかった大規模空間スケールであり、BACI手法をRSに応用する有効性を示すことができた。

第3章では、1996年から2025年までのLSTの長期変動を分析した。LSTは生態系の水分保持量や被覆状態と密接に関連し、生態系評価や環境モニタリングにおいて重要な指標となる。トレンド分析の結果、NDVIは2014年まで上昇傾向にあったが、都市化によるマングローブ林消失により2025年には低下し、調査地域の北部では32.5°Cを超えるLSTが記録された。350地点のランダムサンプリングを行い、NDVIとLSTには負の相関、NDBI(市街地指標)とLSTには正の相関が認められ、森林生態系消失と市街地拡大がLST上昇の主要因であることが示された。

ついで、これらの様々な時空間スケールで得られた結果を統合し、SEZ開発はマングローブ生態系に対し、長期にわたり、局所的かつ広域的に甚大な影響を及ぼしていることを示した。マングローブ林の市街地化と土地利用変化は、LST上昇を介したフィードバックにより、さらなる生態系劣化をもたらす可能性がある。これらの結果、SEZ開発に伴う土地利用変化は、沿岸生態系のレジリエンスを著しく低下させていることが示唆された。本研究によって、LULC分類、BACI手法によるNDVI分析、長期的なLSTモニタリングを統合することで、生態系劣化の空間的評価を包括的に行え、今後の沿岸保全・復元戦略に対する科学的基盤が提供できた。

審査委員一同は、これらの成果を高く評価し、また研究者として誠実かつ熱心であり、大学院博士課程における研鑽や修得単位などもあわせ、申請者が博士(環境科学)の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判定した。