



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	The interactive effects of human disturbances and biological invasion on tropical moist deciduous forest
Author(s)	SULTANA, Marzia
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第16572号
Issue Date	2025-09-25
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k16572
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/98182
Type	doctoral thesis
File Information	SULTANA_Marzia_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 SULTANA Marzia

審査委員	主査	特任教授	露崎	史朗
	副査	教授	相場	慎一郎
	副査	教授	中路	達郎
	副査	特任准教授	工藤	岳

学 位 論 文 題 名

The interactive effects of human disturbances and biological invasion on tropical moist deciduous forest
(熱帯湿潤落葉樹林における人為攪乱と生物学的侵入の相互効果)

侵略性外来植物(IAPs)は、本来の分布域から他地域に侵入定着し在来生態系を劣化させるリスクを伴う種のことである。実際にIAPs侵入は、様々な地域で生息地や生態系の劣化を通じて生物多様性を低下させている。カマバアカシア(*Acacia auriculiformis* C. Cunn. ex Benth.)は、バングラデシュにおける主要なIAPsであり、生物多様性の高いバワル国立公園(50.2 km²)にも植林がなされ、そこを拠点に生物学的侵入が顕著となった。そのため、本地域におけるカマバアカシアの定着抑制は喫緊の課題である。このようなIAPsの侵入抑制には、分布域の特定と侵入定着過程を明らかとし、分布予測を広域で行う必要がある。

カマバアカシアは常緑樹であるのに対し、バワル国立公園における在来優占樹種であるサラソウジュ(*Shorea robusta* Gaertner f.)は落葉樹である。これらの特性差を活用した分布検出のため、衛星画像と機械学習を用い、国立公園内の熱帯湿潤落葉樹林に対する攪乱と生物学的侵入の影響を調査した。季節変動を考慮した植生指数(VI)の多波長画像分類により、カマバアカシアに侵略された森林の位置が明瞭に検出された。Sentinel-2A(解像度10 m)データを用いて2022年および2023年の冬・夏・モンスーン・秋の4季にわたりNDVI, EVI, GCI, GRVI, SAV, ARVIの6種類のVIを算出した。その結果、冬季にはNDVI, GRVI, GCIが、夏季にはARVI, NDVI, GCIがカマバアカシアの検出に有効な指数であることが明らかとなった。そこで、VIの季節変化を組み合わせてカマバアカシア林のマッピングを行った。マッピング精度については、2022年の現地調査結果を用いて検証した。精度は、2値および多値分類を用い、マルチシーズンNDVI統合画像に適用すると、分類精度指標である総合精度とκ係数は共に高くなった。VIに標高(DEM、解像度12.5 m)を要因として組み込むと分類精度が向上し、特に冬季に分類精度が高く、マルチシーズン統合画像でも良好な結果を得た。また、カマバアカシアと落葉性在来種のVIの季節的変動差は、植生フェノロジーと地形要因を組み合わせにより説明でき、カマバアカシアの検出効率がさらに向上した。NDVI, GRVI, ARVIの季節的変動を指標として、カマバアカシア林、サラソウジュ林、カマバアカシアと在来落葉樹の混交林におけるスペクトル応答を評価した。その結果、VIの時系列変化から、葉の「黄化期」と「展開期」という2つの特徴あるフェノロジーの時期の違いが、カマバアカシア林と在来種を交えた森林間で検出できた。これらを用いて展開期と黄化期の両スペクトル特性を含む画像を生成することで、カマバアカシア林と在

来植生間のスペクトルによる分類がより明瞭にできるようになった。これらの画像を、ランダムフォレスト、サポートベクターマシン、分類回帰木に組み込み、分類精度を比較した。用いた3手法のうち、ランダムフォレストが、スペクトル反射率の変動をモデルに加味することで最も高い分類精度を示した。加えて、様々なフェノロジー情報を統合することで、IAPs侵入初期段階における定着サイト検出が可能とであることが示された。

これらの知見をもとに、種の分布予測モデルであるMaxEntを用いて、気候条件に加え土地利用や交通網密度などの人為的要因を含む環境因子を統合し、潜在的分布域の推定を行った。カマバアカシアの分布推定域は、人為的要因である居住地との距離(モデル寄与率31.3%)、人口密度(17.2%)と道路からの距離(5.7%)に、主に決定されていることが明らかとなった。一方、冬季のNDVI(24.3%)が侵略種検出にはもっとも有効であった。これらをもとに、カマバアカシアの潜在的分布可能域を推定すると、約161 km²の地域が候補となった。

これらの成果を活用することで、植林適地や侵略リスクが高い脆弱地域の特定ができた。特に、生物学的侵入が森林の構造や生態系のバランスに大きく影響することを示し、フェノロジーや地形、種と環境の関係を組み合わせることで、侵入の早期発見やリスク評価、分布予測に役立ち、森林の保全と持続可能な管理に貢献できる。

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。