

氏名（本籍）	NETY NURDA（インドネシア）		
学位の種類	博士（生物資源工学）		
学位記番号	博 甲 第 9695 号		
学位授与年月日	令和 2 年 9 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	Satellite Remote Sensing Application for Forest Productivity and Carbon Stock Analysis: A Sustainable Forest Management System for Indonesia （森林生産性と炭素ストック解析のための衛星リモートセンシング応用：インドネシアにおける持続可能な森林管理システム）		
主査	筑波大学准教授	博士（農学）	トファエル アハメド
副査	筑波大学准教授	博士（農学）	野口 良造
副査	筑波大学教授	博士（農学）	松下 秀介
副査	筑波大学教授	博士（農学）	江前 敏晴

論 文 の 要 旨

インドネシアにおける森林に対する気候変動と人為的活動は、南スマトラ州の観光レクリエーション森林（TRF）、転換可能保護林（CPF）、恒久生産林（PPF）、限定生産林（LPF）、野生生物保護林（WRF）、自然保護林（NRF）に大きな影響を与えている。よって、これらの森林に対して持続可能な管理を行うために、森林の生産性や炭素循環についての観測が強く求められている。本論文の目的は、衛星リモートセンシングのデータセット（LANDSAT 7 ETM+ LANDSAT 8 OLI、MODIS、Sentinel 2）と WebGIS システムの統合によって、森林の表現学的特性（PP）と土地利用土地被覆（LULC）マップから、森林生産量や炭素ストックの推定と分析を行うことにある。

著者は第一章において、インドネシアの南スマトラ州の森林地帯を対象に、2003 年から 2018 年までの森林土地利用変化について、正規化植生指数（NDVI）を用いた評価を行った。パラメトリック分類アルゴリズムを用いた最尤分類法によって、対象地域を都市、植生、森林、水域の 4 つのクラスに分類した。その結果、2003 年から 2018 年にかけて、TRF、CPF、PPF の面積がそれぞれ 20%、13%、40%減少した。LPF の面積は LULC よって 72%減少したことが示された。また、森林拡張を行う地域の開発優先順位決定のために、専門家の意見にもとづく階層化分析法（AHP）モデルが提案された。その結果、入植者数、標高、道路からの距離、河川からの距離に対して、重みが大きいことが示された。CPF、PPF、LPF は高度適性（30%）と中度適性（41%）、WRF は高度適性（30%）と中度適性（52%）、NRF は高度適性（39%）と中度適性（48%）に分類されたことから、生産林面積の拡大が可能であることが示された。

著者は第二章において、五つのクラスに分類されたインドネシアの森林回復力規定（高度な森林生産性（V1）、中度の森林生産性（V2）、低度の森林生産性（V3）、超低度の森林生産性（N1）、森林生産性なし（N2））にもとづいて、NDVI を用いた総一次生産性（GPP）と純一次生産性（NPP）の解析を行った。その結果、CPF はすべてのレベルの森林生産性において 0.20%の増加傾向にあった。また、2030 年までの生産性を予測するために、生産性クラスの情報取得に利用できる WebGIS システムを用いて、日射量の変化を考慮した NDVI と森林面積を用いたシステム動態計算を導入した。その結果、日射量がプラス（生産性向上）とマイ

ナス（生産性低下）の2つのシナリオにおいて、システム動態モデルによる森林生産性の評価が可能となった。

著者は第三章において、地上バイオマス（AGB：Aboveground biomass）の分布を把握するために、IPCCのアプローチを用いて、森林地帯におけるLULCの変化の把握を行った。南スマトラ州の各森林クラスに属する地域のAGBを対象に、炭素密度47%の推定値を用いて、AGBの炭素ストック量を推定するとともに、森林減少と炭素排出要因を考察した。その結果、NRFの炭素ストック量は35,000 tC/haと自然分布であった。WRFとCPFは他の森林よりも面積が大きく、炭素ストック量は平均40,000 tC/haであった。また、NRFの炭素ストック量は35,000 tC/ha、LPFは17,000 tC/ha、PPFは9,000 tC/haとなった。一方、TRFの炭素ストック量は900 tC/haと少ないことが示された。

著者は第四章において、保全対策、土壌侵食、流量蓄積について、さらに森林生産性の解析を行った。その結果、NRFは植生帯に支配され、その他の森林要因は都市帯に支配されていること、NRFは植生帯に支配されていることが示された。

以上から、本論文は、衛星リモートセンシングデータセットから、NDVIとLULCからの森林生産量と炭素ストックの解析を行った。また、現地の専門家の意見をもとに、南スマトラ州の潜在的な森林改良区の優先順位を決定するために、WebGISを利用して、LULCと土壌保全の実施状況を、専門家の意見とともに把握した。さらに、持続可能な森林管理のための長期的な政策立案のために、NDVIによる森林の生産性と炭素ストック量の推定値を用いた指標について明らかにした。

審 査 の 要 旨

本論文は、南スマトラ州の観光レクリエーション森林、転換可能保護林、恒久生産林、限定生産林、野生生物保護林、自然保護林を対象に、インドネシアの森林回復力規制にもとづく森林生産性を、高度、中度、低度界、非常に低度、森林生産性なし、に分類し、森林生産性と炭素蓄積量の分析を行った。開発された手法は、衛星リモートデータによるNDVIとLULCから、森林の生産性と炭素ストックの評価を行うことが可能であり、地域の森林管理へ大きく資するものであることが示された。また、森林生態系サービスを維持するため森林改良普及の適性分析にも大きく貢献した。以上から、本論文は、高い学術的価値を有し、博士論文としてふさわしい内容であると判断される。

令和2年7月21日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（生物資源工学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。