

| | |
|-------------|---|
| Title | Evaluation of large-scale spatiotemporal changes in the tree-community composition of Bornean rain forests using remote sensing techniques(Abstract_要旨) |
| Author(s) | Fujiki, Shogoro |
| Citation | Kyoto University (京都大学) |
| Issue Date | 2017-03-23 |
| URL | https://doi.org/10.14989/doctor.k20437 |
| Right | 学位規則第9条第2項により要約公開 |
| Type | Thesis or Dissertation |
| Textversion | none |

(続紙 1)

| | | | |
|---|--|----|--------|
| 京都大学 | 博士 (農 学) | 氏名 | 藤木 庄五郎 |
| 論文題目 | Evaluation of large-scale spatiotemporal changes in the tree-community composition of Bornean rain forests using remote sensing techniques (ボルネオ熱帯降雨林におけるリモートセンシングを用いた樹木群集組成時空間変化の広域評価) | | |
| (論文内容の要旨) | | | |
| <p>東南アジアの赤道熱帯では熱帯降雨林の減少と劣化が近年になって急激に進み、それに伴う生物多様性の喪失が国際的な問題となっている。熱帯降雨林の生物多様性を保全するためには、生物多様性の時空間変化を広域的に定量評価する必要があるが、有効な評価方法は確立されていない。先行研究により、樹木群集組成が熱帯降雨林に加えられた人為影響の大きさを鋭敏に反映することが明らかにされている。このため、樹木群集組成は、熱帯降雨林の劣化度を広域に指標するための頑健で鋭敏な指標となり得る。しかし、樹木群集組成は地上に設置された調査区では有効に算出できるものの、それを景観レベルに適用する手法については確立されていない。そこで本論文では、人工衛星データを用い、地上調査によって得られた樹木あるいは植物群集組成を景観レベルに外挿するアルゴリズムを開発した。さらに、開発したアルゴリズムを用い、焼畑後二次植生の植物群集地図と伐採後二次林の樹木群集地図を作成し、群集の時空間変化を広域的に定量評価した。</p> <p>第1章では、まず、世界の熱帯林の減少と劣化の現状を整理し、それらが生物多様性に対して深刻な脅威になっていることを提示した。その後、森林保全を達成するために構築された国際的な2つの枠組みを紹介し、それらの枠組みを実現する上で、広域での生物多様性評価のための指標やシステムが欠落していることを指摘した。生物多様性評価に関する既往研究の整理により、樹木群集組成が指標として適している可能性が示唆されたが、樹木群集組成を衛星リモートセンシングで景観レベルに評価した既往研究はほとんどないことが明らかになった。樹木群集組成の指標値を衛星リモートセンシングによって広域評価できる可能性を指摘し、その実現のための作業仮説を提示した。</p> <p>第2章では、焼畑耕作後の二次植生の林齢（耕作放棄後年数）を推定する新たなアルゴリズムを開発した。まず、景観の中の多地点の林齢をLandsat衛星データの時系列解析から自動で同定する方法を開発した。その後、高精度で植生分類を行うために、時系列解析とは異なる、高解像度衛星画像WorldView-2を取り入れ、得られた多地点の齢と合わせて現存植生の空間情報をパターン化（モデル化）した。これにより、Landsat衛星画像ではとらえきれない微細な植生パッチの齢を同定する</p> | | | |

ことが可能になり、その結果、開発した手法を用いることで全体精度84.3%という高い精度で植生の林齢を分類できることが示された。これには、高解像度衛星画像から計算された、テクスチャと呼ばれる森林表面の形状パターンをモデルの説明変数に加えたことが大きく寄与していると考察された。

第3章では、第2章で開発した林齢推定アルゴリズムに先行研究から得られた植物群集組成と地上部バイオマスの時間的パターンを外挿することによって、生態系サービス（植物種多様性と炭素ストック）の時空間的パターンを評価した。その結果、第2章の林齢地図と林齢-地上部バイオマスのモデルを組み合わせることで、広域の地上部バイオマスを効果的に推定できることが示された。さらに、土地利用シナリオに基づいて、将来の地上部バイオマスと植物群集組成を予測する手法を示した。第3章で示された本論文の手法を用いることで、景観レベルでの地上部バイオマスと植物群集組成の動的な空間パターンを地図化することができ、土地利用シナリオに基づいた生態系サービスの将来予測に応用できる可能性が示唆された。

第4章では、熱帯木材生産林において、樹木群集組成をLandsat衛星画像から景観レベルで地図化するアルゴリズムを開発した。ボルネオ島の6つの森林管理区において、各森林管理区に20m半径の円形プロットを約50個設置した。その後、非計量多次元尺度構成法（nMDS）を用いてプロット間の樹木群集組成の差異を序列化し、得られたnMDS 1軸値を樹木群集組成の指標値とした。各プロットのnMDS 1軸値をLandsat衛星情報から説明する線形回帰モデルを作成し、そのモデルを景観全体に外挿して樹木群集組成地図を作成した。その結果、各森林管理区の樹木群集組成を高精度で推定できることが分かった。本章では、樹木群集組成を景観レベルに適用できることを示し、ボルネオの熱帯降雨林における生物多様性の時空間的パターンを定量的に評価できる可能性を示した。

第5章では、以上の結果を総合的に考察し、樹木群集組成は地上に設置された調査区で有効に算出されるだけでなく、景観レベルでも高い精度で推定することが可能であることから、優れた生物多様性指標になり得ることを指摘した。また、開発された2つの手法の生物多様性モニタリングへの応用可能性について、精度・鋭敏さ、実現性・費用対効果、スケーラビリティ、国際的枠組みとの親和性、の4つの観点から検討を行った。その結果、どちらの手法も生物多様性モニタリングに応用可能であることが導き出された。以上を踏まえて、熱帯林の樹木群集組成をモニタリングするための手法として、本論文で開発した2つの手法が適していることを提案した。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

熱帯降雨林の減少・劣化に伴う生物多様性の減少は国際的問題である。しかし、熱帯降雨林域における生物多様性の広域モニタリング手法は未だ確立されておらず、定量的な評価手法の開発が喫緊の課題となっていた。そこで本研究では、熱帯降雨林樹木（一部草本を含む）の群集組成を生物多様性の指標とみなし、樹木群集組成を衛星画像から推定する手法を開発することを目的とした。

熱帯降雨林の減少・劣化の最も大きな要因となっている焼畑と木材生産のための択伐に着目し、人為影響により様々な劣化度の森林が見られる地域をパイロット・サイトとして手法の開発を行った。その結果、人工衛星データを使い、人為影響による森林群集組成の時空間変化を広域に精度よく評価する手法を開発した。本研究で開発した手法は、生物多様性条約における愛知ターゲットの進捗評価、途上国の森林減少・劣化に由来する排出の削減メカニズム(REDD+)における生物多様性配慮の証明、あるいは森林認証制度などへの応用が期待される。本研究の評価できる点は以下の通りである。

1. 中解像度衛星データの時系列解析と高解像度衛星データを使ったオブジェクトベース解析を組み合わせることにより、ボルネオの焼畑耕作放棄地における二次遷移系列上の植生の群集組成を広域評価するアルゴリズムを開発した。
2. ボルネオに広域に広がる木材生産林において、中解像度衛星データを用い、地上調査から得られた樹木群集組成の指標値を景観レベルに外挿するためのアルゴリズムを開発した。これにより、熱帯降雨林地域に様々な劣化度で存在する木材生産林の樹木群集組成を広域に評価することが可能となった。
3. 本研究により開発した手法を複数の森林管理の現場に適用することで、樹木群集組成の時間変化を広域に鋭敏に評価できることを実証的に示し、本手法が生物多様性保全のための国際的枠組みにおいて有用な広域モニタリング手法となり得ることを提示した。

以上のように、本論文は、ボルネオ熱帯降雨林の樹木群集組成の時空間変化を広域に評価する手法を確立したものであり、森林生態学、生態系生態学、熱帯林環境学の発展に寄与するものであり、熱帯林の持続的森林管理への貢献も大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成29年2月13日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

また、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降 (学位授与日から3ヶ月以内)