論文の内容の要旨

農　学　国　際　専攻
平成２０年度博士課程入学
氏　名　　　古家直行
指導教員名　露木聡

論文題目　メコン中下流域におけるリモートセンシングを用いた森林変動モニタリング手法に関する研究

本研究では、森林の遷移段階の異なるカンボジア、タイというメコン中下流域に位置する国々を対象として、リモートセンシングを用いた森林変動モニタリング技術を高度化し、時空間での森林変動を明らかにすることを目的とした。

第１章は緒論であり研究背景・目的について諸説した。カンボジアは、土地利用圧力の高まりとともに、平地に残された森林を中心に森林減少が進行すると同時に、森林域でも違法伐採に伴う森林劣化が進行しており、このモニタリング手法の確立が急務である。タイでは、80 年代の急速な森林伐採・農地転換から保全へと転換し、人工植栽が進められたが、持続的な資源管理のために人工林資源動態の把握が重要である。特に古くからタイ林産業を支えてきているチークの資源量把握が重要である。気候変動緩和に向けた取り組みとして森林減少・劣化の削減を支援する制度として REDD プラスが提案されている。この仕組みを成り立たせるためには、広域での客観性のある森林変動のモニタリングが必要となり、リモートセンシング技術の活用が期待されるが、森林劣化のモニタリングなど技術的な課題が残されている。

第２章では、カンボジア中部熱帯季節林を対象として、樹冠径計測に基づく林冠高推定によるバイオマス推定手法を開発した。LiDARによる林冠高計測によるバイオマス推定に関する研究成果が得られている中で、本手法は、高分解能の光学センサを用いて計測可能な上層木の樹冠径計測に基づき林冠高を推定する手法である（図１）。LiDAR 計測による推定モデルと比較すると推定誤差は大きかったが、樹冠径計測に基づき推定された林冠高はLiDAR計測の林冠高と高い相関が得られた。開発した手法は地盤高計測を必要とせず、空中写真はもちろん、高分解能の衛星データにも応用可能で汎用性が高い手法と考えられる。

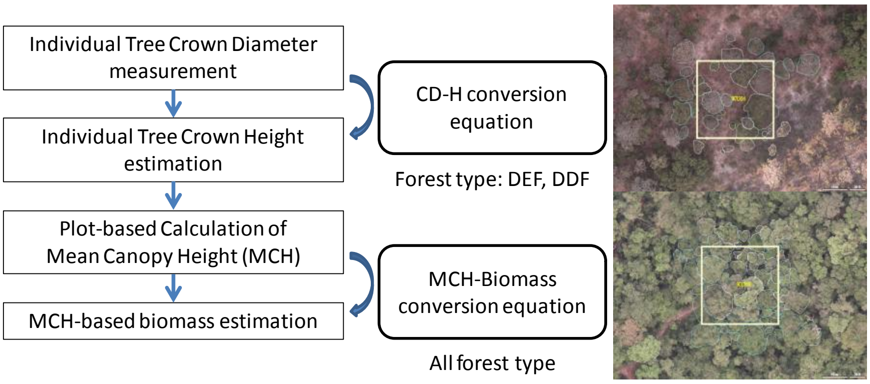

図１　樹冠計測に基づくカンボジア熱帯季節林におけるバイオマスの推定フロー

第３章では、カンボジア中部熱帯季節林において生じている違法伐採を単木的に検知する手法を開発した。ALOS/PRISM（解像度 2.5m)のパンクロマティック時系列画像を使用し、樹冠テンプレートマッチングの過程で生成される類似度を利用して、樹冠変化を主成分分析によって求めることで伐採木を検知し、伐採された樹木のサイズを適合した樹冠テンプレートのサイズから推定する。開発した手法はセンサに対する依存性が低く、より解像度の高いデータにも適用が可能である。対象域全域（17.68km^2）への適用によって多数の伐採木が検知され、伐採の空間分布が明らかとなった（図２）。高分解能衛星データを用いた搬出路開設などの間接的な事象を捉えた研究事例はこれまでにも見られたが、単木的に伐採木を検知し、伐採に伴う持ち出し量を推定する手法として大変価値が高い。この手法は、通常の人工林の間伐状況把握や病虫害による枯死木発生、風倒被害などの単木的な変化モニタリングにも応用可能である。

第４章では、タイの人工林資源のモニタリングに取り組み、落葉広葉樹であるチーク人工林の林分材積推定手法を開発した。林齢や本数密度の異なる多様な林分での地上計測に基づき、樹冠径から胸高直径や単木材積が推定可能なことを示した。この関係を利用し、高分解能衛星データを用いた樹冠テンプレートマッチングによる単木樹冠抽出に基づく林分材積推定モデルを開発した（図３）。密な林分では十分な樹冠が抽出されず過小推定となる傾向が見られ今後の課題である。チークは国際的にも非常に貴重な有用樹種のひとつだ

が、落葉広葉樹人工林を対象として単木抽出から林分材積を推定した例は少ない。開発手法は広域適用による迅速な大量処理が可能となり、上層木のサイズ分布まで得られるなど有用性が高い。

図２　二時期高分解能衛星データを用いた違法伐採木の検知結果
（黄色：11x11 テンプレート; 緑：9x9; 青：7x7）（背景は PRISM2006/11/27 画像）

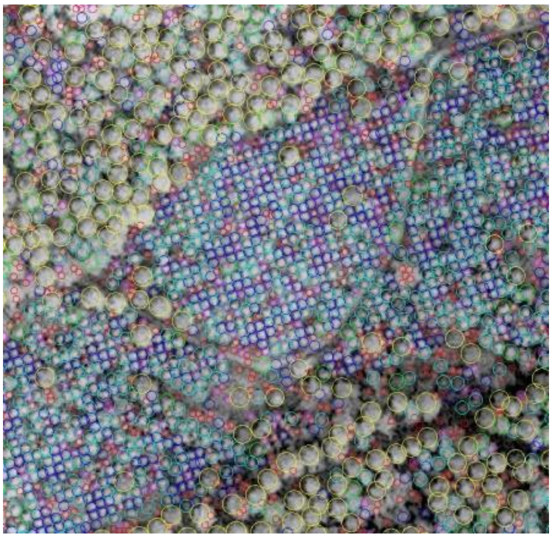

図３　テンプレートマッチング法によるチーク樹冠抽出結果

第５章では、東南アジア地域における光学センサの雲なし画像の取得確率を解析した。MODISの雲マスクを利用した解析を行い、東南アジア地域での晴天確率の季節変化や年次変動を明らかにし、また、平均年次プロファイルを利用したクラスタ分類によるゾーニングによって、空間的な変異を詳細に示すことができた（図４）。経験的に知られていた東南アジアにおける被雲傾向の空間的な違いを定量的に明らかにし、国ごとに森林域における年間の平均晴天確率が大きく異なっていることを明らかにした。これらの知見はモニタリング手法や使用する画像の選択、モニタリング可能頻度などの議論に活用できる。

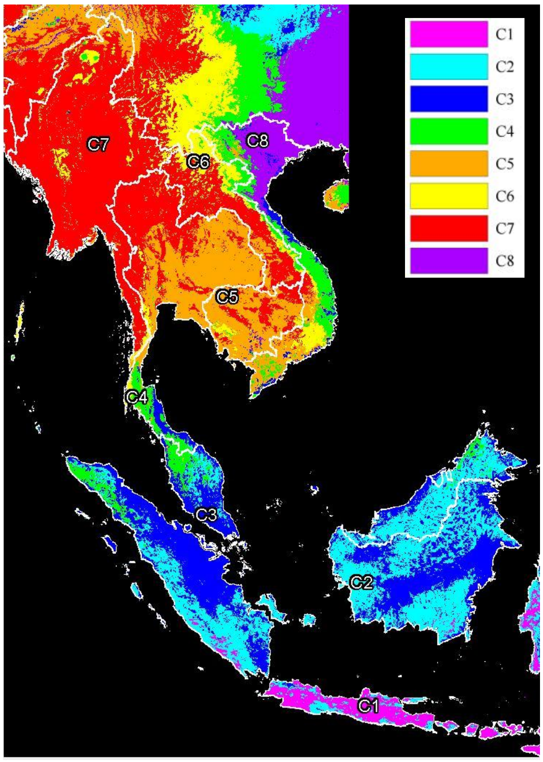

図４　平均月間取得確率の年間プロファイルを用いたクラスタリング結果（８クラス）

最後に、第６章において本研究を総括した。森林変動モニタリングにおいて上層木モニタリングが重要であり、樹冠テンプレートマッチングのような樹冠抽出手法の高分解能データへの適用によって効率化が可能である。本研究成果は、今後予想される高分解能データを利用した、より詳細かつ高精度、効率的なモニタリングの確立に役立つものである。特に、森林劣化のモニタリングにおいて、これまで単木的に伐採を効率よく捉える手法はなく、本研究で開発した手法の活用が大いに期待される。