

審査の結果の要旨

氏名 古家 直行

気候変動防止に関し、REDD(途上国における森林減少・劣化に伴う排出の削減)と呼ばれる制度が検討されている。この仕組みの成立には効率的・客観的な広域モニタリングが必要で、リモートセンシング(RS)の利用が期待されている。しかしながら、森林減少・劣化・プラス活動といった森林変動のRSによるモニタリングには技術的課題が残されている。本論文では、東南アジア最大の国際河川であり流域内に多くの人口を抱えるメコン川中下流域を対象に、現在進行形で生じている主要な森林変動をRSによりモニタリングを行うための具体的課題設定に基づき、技術的空白の解消に取り組んだ。

第二章では、森林における炭素蓄積の空間変異の把握に向けて、高分解能センサを利用した上層木の樹冠計測による平均林冠高およびバイオマス推定手法の開発を目的とした。樹冠計測から単木樹冠高を推定し、単位面積当たりで集計することで平均林冠高を推定した。さらに平均林冠高からバイオマスを推定した。その結果、平均林冠高は RMS 誤差1.87m で推定可能であった。バイオマス推定結果は LiDAR 平均林冠高による推定結果には劣ったが、他地域における既往研究の推定誤差レンジに収まり、LiDAR 観測のコストや実施可能性の面から、開発した樹冠計測に基づくバイオマス推定は推定オプションのひとつとなり得ると結論づけられた。

第三章では、この地域の主要な森林劣化要因のひとつに位置づけられるが、定量化できていない大径木の単木の伐採の検知手法開発と伐採量の定量化を目的とした。本研究では ALOS/PRISM 画像を使用し、1.テンプレートマッチングによる樹冠検出、2.二時期画像の変化抽出による伐採樹冠検出、3.検知伐採木のサイズ推定、を組み合わせ、最終的に、対象域において観測期間(1.25年)に生じた伐採量推定を行なった。地上踏査結果と比較し、単木の伐採検知成功率は最大76.3%を達成した。伐採木のサイズ推定では、伐採木の樹冠径計測から胸高直径を推定する回帰式が得られ、期首画像での樹冠径計測より伐採木のサイズ推定が可能であることを明らかにした。伐採木の本数推定値および単木バイオマス推定値を用いて、対象期間に対象地で生じた伐採量を定量化した。樹冠抽出および伐採木樹冠抽出の閾値設定方法は検知率や検知エラーの発生に大きく関係し、サイズ推定にも影響を及ぼすことから、この設定方法が今後の課題である。本手法は単木ベースの新たな変化抽出手法として、他の事象への応用も期待できる。

第四章では、この地域の重要な造林樹種であるチーク人工林の資源量モニタリングのため、高分解能衛星データを利用した樹冠抽出に基づく林分材積推定手法を開発することを目的とした。マルチ樹冠テンプレートマッチングによる単木樹冠抽出手法を開発しサイズ推定を行ったところ、ばらつきはやや大きかったがテンプレートサイズに応じた推定結果が得られた。林分材積推定のために地上計測樹冠径から胸高直径・単木材積を推定するモデルを作成したところ、地上計測樹冠径と衛星判読樹冠径は異なり、衛星判読結果の地上計測モデルへの適用には補正が必要であることが分かった。樹冠径補正の実施により、若齢林分以外では林分材積の推定精度が補正前に比べ大幅に向上した。若齢林分では、本数が多いため、単木材積の推定誤差の積み上げにより林分材積が過大推定となった。

第五章では、MODIS 雲マスクを使用して詳細に雲なし画像の取得確率の地域性や季節性、経年変動を明らかにすることを目的とした。被雲状況はモニタリングにおける観測頻度や解析手法、使用するべき画像の選択に関係する重要な要素である。メコン中下流域では、他の地域の結果と比較しても乾季における雲なし画像の取得確率はかなり高いことが分かった。また、MODIS 解析により、東南アジアにおける光学センサの雲なし画像取得確率の地域性や季節性が既往研究より詳細に捉えられた。森林域での年間平均取得確率は国により大きく異なり、光学センサによる観測を想定する場合、国によって観測の難易、実施コストが大きく異なる可能性が明らかになった。

第六章において、森林変動モニタリングにおける上層木樹冠情報利用の有効性、上層木検知におけるテンプレートマッチングの有効性と課題、対象域における森林変動モニタリングの適期について議論し、本論文を総括した。

以上のように本研究により、メコン中下流域で生じている主要な森林変動をリモートセンシングを用いたモニタリング技術により把握するための技術的課題を克服することが可能となり、その成果は学術面だけでなく、途上国における持続可能な森林経営の推進といった応用面でも貢献するところが少なくない。よって審査委員一同は、本論文が博士(農学)の学位論文として価値あるものと認めた。