

論文審査の結果の要旨

細井 文樹

申請者氏名

植物の3次元構造を表す指標である葉面積密度 (LAD) 又は植物面積密度 (PAD) の垂直分布は、これまで様々な方法によりその計測がなされてきた。しかし、いずれの計測方法も計測効率や計測精度の点で問題を有していた。一方、森林計測で近年用いられるようになってきた可搬型スキャニングライダーは高い空間分解能と精度を有し、多量の点群データを効率よく取得可能であり、既往の計測法の問題点を解決できる可能性があった。しかしながら、可搬型スキャニングライダーによる LAD や PAD 垂直分布の計測方法は確立されていなかった。また、計測精度に及ぼす誤差要因についての検討はなされていなかった。本論文は、可搬型スキャニングライダーを用い、樹木及び作物の LAD 又は PAD の垂直分布を計測するための方法を新たに考案し、その実効性と誤差要因について検証を行ったものであり、5章で構成される。

序論の1章に続く2章では、樹高1.6mの孤立木(サザンカ)を対象とし、可搬型スキャニングライダーによるLAD垂直分布の計測方法について検討し、Voxel-based Canopy Profiling (VCP) method を考案した。この方法では、樹冠全体にわたってその内部まで十分にレーザービームが照射されるように、対象を取り囲む複数のライダー計測位置を設定し、また、レーザービーム中心入射角の最適化を行った。次に、計測された点群データからレーザービームの光跡に関する情報をボクセルの属性値として計算機上で表現し、この属性値からレーザービームの葉に対する接触頻度の計算を行い、さらに、非同化器官、葉傾斜角の補正を行うことでLADの垂直分布を算出した。その結果、算出されたLAD垂直分布が実測とよく一致していることが確認され、既往の計測法では困難であった孤立木の正確なLAD垂直分布を得ることができた。

続く第3章では、2章で示したLAD垂直分布計測法を樹高約10mの広葉樹(ケヤキ)群落に適用し、その実効性及び誤差要因について検証を行った。実際の群落は高さ方向だけでなく水平方向にも広がりを持っており、この両方向の検証を行うため、林床に設置した計測プロットを複数のコードラットに分割し、さらにコードラット上5~13mにある樹冠を一個当たり2m×2m×0.5mのセルでトータル128個に分割し、層別刈り取りにより、セル単位でのLADの実測を行った。一方、ライダー計測は、計測プロットを取り囲む複数の地点から行い、さらに、レーザービーム中心入射角を複数設定した。こうして取得されたライダーデータをもとに、2章同様レーザービームの光跡に関する情報をボクセルの属性値として表現し、非同化器官や葉傾斜角の補正を行い、LADの垂直分布を算出した。各コードラット単位のLAD垂直分布において、レーザービーム入射数密度Nの大きいコードラットでLAD垂直分布の精度が高くなることを示し、さらに、レーザービーム中心入射角が90.0°の場合、他の入射角に比べ高い精度の計測ができることがわかった。このことから、非同化器官や葉傾斜角の補正及びレーザービーム中心入射角の最適化を行うことにより、既往の方法では、その正確な計測が困難であった広葉樹群落のLAD垂直分布について、

精度のよい計測が可能であることを示した。また、LAD 計測の誤差要因として、レーザービーム入射数密度 N とレーザービームの方向と直交する平面への葉の投影面積の平均値 $G(\theta)$ が重要であることを明らかにした。

4 章では 2 章の方法を作物の成長ステージ毎の PAD 垂直分布の計測に適用した。計測プロットを取り囲む複数地点を計測位置とし、各器官の傾斜角の補正に利便性の高いレーザー中心入射角 57.5° を採用した。その結果、既往の計測法では取得困難な成長ステージ毎の特徴的な PAD 垂直分布を、本方法により精度よく計測可能であることを示した。また、節間伸張によって高さが増した成長ステージにおいて、下層の精度向上を可能とするライダーの配置についての提示も行った。さらに、実測から得た各器官の乾燥重量と、ライダーデータより計算された PAD から得られた各器官の面積との相関関係を求め、その回帰式からライダーデータをもとに乾燥重量及び炭素重量の推定が可能であることを示した。続く 5 章では、本論文の総括がなされている。

以上、本論文では可搬型スキャニングライダーを使用した樹木及び作物の LAD 又は PAD 垂直分布の新たな計測方法として VCP method を考案し、既往の計測法と比較してより高い精度での計測を可能にした。また、ライダーを用いた LAD 計測の誤差要因に関する新たな知見を得ており、学術上貢献するところが少なくないと考えられる。よって審査員一同は、本論文が博士（農学）の学位論文として価値があるものと認めた。