

森林構造とバイオマスの3Dリモートセンシング

3D remote sensing of forest canopy structure and biomass

大政 謙次 [1]; 細井 文樹 [2]

Kenji Omasa[1]; Fumiki Hosoi[2]

[1] 東大・農・生物・環境工学; [2] 東大・農・生物環境

[1] Agr. Life Sci., Univ. Tokyo; [2] Agricultural and Life Sciences

The University of Tokyo

<http://joho1.en.a.u-tokyo.ac.jp/>

地球温暖化防止のための京都議定書における炭素吸収源の問題に関連して、森林の構造やバイオマス(炭素蓄積量)の変化を正確に評価するための手法の確立が急務とされている。最近、計測精度を高めるために、数十 cm 以下の小さなビーム径でも、ビーム径に比べてスキャン間隔を細かくし、地表の観測面を漏れなくスキャンできる能力をもつヘリコプター搭載の高空間分解能スキャニングライダー(以下SL)システムが開発され、樹冠高やバイオマスの推定に利用されてきている。このシステムでは、ヘリコプターから進行方向に対して直角方向に、パルスレーザー(25,000Hz)を地表面に向かってスキャン照射し、地表面や樹木から帰ってくる反射パルスの飛行時間(Time-of-flight)を計測することにより、地表面との距離を算出する。その際、樹冠の計測はレーザー光が反射して最初に戻ってくるパルスを受信するモード(FP-mode, First pulse mode)により、地表面の計測はレーザー光が反射して最後に戻ってくるパルスを受信するモード(LP-mode, Last pulse mode)により行う。FP-modeから作成されたFP-mode DEM(Digital Elevation Model)からLP-modeより作成されたDTM(Digital Terrain Model)を引くことにより、正味の樹冠高のメッシュデータ(DCHM; Digital Canopy Height Model)が得られ、個々の樹木の樹高が算出される。この手法を秋田地方のスギ林に適用し、そのDCHM画像から樹冠高及びバイオマス(炭素蓄積量)の算出を行った。DCHM画像から、画像処理によって個々の樹木の頂点を求め、樹木マップと樹高が求められた。この樹高と幹の炭素重量との関係及び樹高と枝と葉、根などの炭素重量との関係から、個々のスギの全炭素重量の計算を行うことができ、その平均は 175.9kgCtree^{-1} であった。以上の結果から、小さなビーム径のヘリコプター搭載SLシステムを用いて、地形や樹冠の標高を正確に計測できることがわかった。また、計測された樹冠高を解析することにより、バイオマス(炭素重量)を精度よく求められることが示された。

一方、リモートセンシングデータの解析のためには、地上調査による裏付けが必要である。最近、地上調査にも、可搬型のSLを用い、樹木の3次元構造やバイオマスの計測が行われるようになってきた。この可搬型のSLを用いて、カラマツ林の個々の樹木のバイオマス算出を試みた。一つの測定点から林床に対してレーザー光を照射し、計測された樹幹の形状データから樹幹径を算出した。次に、前もって求めておいた胸高直径と任意の高さでの樹幹径との関係式を用いて、対象とする樹木の胸高直径を推定した。さらに、胸高直径と炭素重量の関係式から、個々の樹木の地上部バイオマスを推定した。推定誤差は10m以内で28.0%、20mで4.3%、30mで2.7%であった。ここで述べた方法は、自然の状態の樹林において、林床を攪乱することなく、踏査では困難な樹木の正確な位置のマッピングや胸高直径、バイオマス(炭素重量)などの樹木パラメータを精度よく推定できるという点で優れている。

また、樹木のもつ3次元構造は、光合成などの生命活動と関連して極めて重要である。樹木の3次元構造を表す代表的な指標として、しばしば高さ毎の葉面積密度(LAD: Leaf Area Density)が用いられる。このLADを精度よく算出するため、最近、可搬型SLを用いたVCP-method(Voxel-based Canopy Profiling Method)が考案された。VCP-methodでは、光線は樹木に対して垂直ではなく、垂直方向に対して斜めに傾けられた状態で入射される。またライダーの測定位置は樹木を取り囲む複数の地点に設置される。各測定地点から得られた葉の位置情報及びレーザー光線の光跡に関する情報はボクセル(3次元格子点上の立方体)に変換される。この情報をもとに樹木に入射するレーザー光線が各高さでどのくらいの頻度で葉に衝突するかという衝突頻度が算出され、高さ毎のLADの算出がなされる。この手法を孤立木のLAD算出に用い、層別刈り取りによる実測値と比較した結果、それぞれ平均絶対誤差率で17~22%という良好な結果を得た。このように可搬型SLを用いることで、樹木のもつ3次元構造についても非破壊で精度よく測定することが可能であることが示された。