

博士学位論文 論文の内容の要旨および審査の結果の要旨
掲載書式

氏 名 平 春

学位の種類 博士（理学）

学位記番号 環博甲第 19 号

学位授与の日付 平成 26 年 3 月 20 日

学位授与の条件 学位規則第 4 条第 3 項

学位論文題目 LIDAR データを用いた丘陵地における微地形と植生の関係評価手法に関する研究

論文審査委員 主査 教授 後藤 真太郎

副査 教授 田村 俊和

副査 東京大学大学院新領域創成科学研究科
教授 小口 高

論文の内容の要旨：

本論文は、埼玉県東松山市に位置する岩殿丘陵を対象とし、丘陵地における微地形と植生の関係の評価し、自然再生に供する情報を推定することを目的とした。微地形の区分には LIDAR (Laser Imaging Detection And Ranging) から生成した DEM を使用した。この DEM から傾斜角の変換線を抽出し、微地形の区分を行った。対象地域における毎木調査を行い、各微地形項目ごとにまとめ、微地形区分に対応する木本植生生活型との関係を解析し、対象地域研究地域の植生と微地形の関係の評価手法につき検討した。

本論文は 8 章から構成される。

1 章では研究背景と位置づけ、研究目的、既往の研究、及び研究特徴について述べた。すなわち、自然再生という課題に注目し、微地形と植生の関係の評価することよりその方向性を把握することである。

2 章では研究対象地域の特徴、使用データについて述べた。対象地域の地形概況と植生概況をまとめ、研究調査地は、比企丘陵自然公園に位置する下草刈り管理を行っている場所と

していない場所、二つの小流域で設置した。研究使用データである LIDAR データとラジコンヘリデータについて簡単な説明をした。

3 章では、ラジコンヘリ空中写真を使用して、LIDAR データの植生と地形解析に応用する可能性、精度などを検討した。植生管理に応じて分別された下草刈り作業行っている場所としていない場所で、LIDAR データのレーザパルスの空間分布と森林の開空度との関係を調べた。森林の開空度はラジコンヘリによる空中写真より樹冠と樹冠の間と分類した結果を使用した。その結果、管理されている場所では樹冠の間から反射するラストパルスが多く、現地測量データと比較した平均誤差が低い。管理されていない場所ではこの結果が逆だった。また、レーザパルスの地表面からの距離より樹高分布図を作成し、そのレーザパルスの空間分布を調べ、その透過性から森林の垂直分布状況を把握できた。

4 章では LIDAR データによる DEM を作成するため LIDAR データの精度検証を行った。レーザパルスデータをフィルタリング処理し、地表面と考えられるレーザパルスを抽出し、それを補間し作成した。フィルタリング処理手法は、Kraus らが開発したフィルタリングアルゴリズムに基づき、四分木(Quad-Tree)法を用いて、解析対象データの局部特徴を配慮しながら、一定な条件を満たす格子に限り、該当格子を繰返し四等分割し、最終的に階層的なデータモデルを利用した。フィルタリング結果を現地測量による標高データとの誤差を計算し、その精度を検証したところよく一致した。

5 章では現地観察と地形測量、地質調査と土壌調査手法により微地形分類を行った。現地観測には斜面の特等的な傾斜変換点や平面の形状(凹凸型)などの位置と崩壊地形の状態を調査した。地形測量には、トータルステーションを使用して LIDAR データのフィルタリング精度検証に使用した基準点を利用して、斜面の傾斜変換点を捉え測量を行った。土壌調査では、水の浸食作用で運ばれる堆積物の厚さが変わり、それより斜面微地形の土壌層が異なるためその変換を調査した。この結果現地の微地形を頂部斜面、上部谷壁斜面、谷頭凹地、下部谷壁斜面などに区分できた。

6 章では、LIDAR データのフィルタリング処理により作成した DEM を利用し、斜面微地形分類を行った。この DEM より傾斜角を計算し、断面図を作成し、断面上の傾斜の変換点を抽出した。その傾斜変換点をつなげ、傾斜変換線を作成し、斜面微地形の分類を行った。また、現地測量による微地形分類図を比較し、DEM による分類した微地形分類図の精度を検討した結果、よく一致した。

7 章では研究地域における植生と地形の関係評価を行った。まず、研究地域における毎木調査を行い、樹種、DBH、樹木の位置、樹高を測定した。次に、樹種と樹木の位置情報を利用し、その対応の地形条件を調べ、微地形ごとに分類した。そのあと、各樹種の植生生活型を調べ、TWINSpan (Two-Way Indicator Species Analysis) を用いて微地形と樹木植生生活型の関係の評価し、研究地域における植生と微地形の関係を明らかにした。

8 章では、本論文における成果をまとめた。

審査の結果の要旨：

本研究は、埼玉県東松山市に位置する岩殿丘陵を対象とし、丘陵地における微地形と植生の関係を評価し、自然再生に供する情報を推定することを目的としたものである。微地形の区分にはLIDAR (Laser Imaging Detection And Ranging) から生成したDEMを使用し、このDEMから傾斜角の変換線を抽出し、微地形の区分を行った。さらに、対象地域における毎木調査を行い、各微地形項目ごとにまとめ、微地形区分に対応する木本植生生活型との関係を解析し、対象地域研究地域の植生と微地形の関係の評価手法につき検討している。

まず、LIDARデータによるDEMを作成するためLIDARデータの精度検証を行った。このため、レーザパルスデータをフィルタリング処理し、地表面と考えられるレーザパルスを抽出し、それを補間し作成した。フィルタリング処理手法は、Krausらが開発したフィルタリングアルゴリズムに基づき、四分木(Quad-Tree)法を用いて、解析対象データの局部特徴を配慮しながら、一定な条件を満たす格子に限り、該当格子を繰返し四等分割し、最終的に階層的なデータモデルを利用した。フィルタリング結果を現地測量による標高データとの誤差を計算し、その精度を検証したところよく一致した。

次に、樹冠の空間分布のため、ラジコンヘリコプターによる空中写真を使用して、LIDARデータの植生と地形解析に応用する可能性、精度などを検討した。植生管理に応じ分別された下草刈り作業行っている場所としていない場所で、LIDARデータのレーザパルスの空間分布と森林の開空度との関係を調べた。森林の開空度はラジコンヘリコプターによる空中写真より樹冠と樹冠の間と分類した結果を使用した。この結果、管理されている場所では樹冠の間から反射するラストパルスが多く、現地測量データと比較した平均誤差が低い。管理されていない場所ではこの結果が逆だった。また、レーザパルスの地表面からの距離より樹高分布図を作成し、そのレーザパルスの空間分布を調べ、その透過性から森林の垂直分布状況を把握できた。

さらに、現地観察と地形測量、地質調査と土壌調査手法より微地形分類を行った。現地観測には斜面の特等的な傾斜変換点や平面の形状(凹凸型)などの位置と崩壊地形の状態を調査した。地形測量には、TSを使用してLIDARデータのフィルタリング精度検証に使用した基準点を利用して、斜面の傾斜変換点を捉え測量を行った。土壌調査では、水の浸食作用で運ばれる堆積物の厚さが変わり、それより斜面微地形の土壌層が違うためその変換を調査した。この結果、現地の微地形を頂部斜面、上部谷壁斜面、谷頭凹地、下部谷壁斜面などに区分できることを示した。

LIDARによるDEMを用いて分類した微地形分類図の精度を検討するため、LIDARデータのフィルタリング処理より作成したDEMを利用し、斜面微地形分類を行った。このDEMより傾斜角を計算し、断面図を作成し、断面上の傾斜の変換点を抽出し、その傾斜変換点をつなげ、傾斜変換線を作成し、斜面微地形の分類を行った。また、現地測量による微地形分類図を比較し、LIDARによるDEMによる分類した微地形分類図の精度を検

討した結果とよく一致することを確認している。

最後に、LIDARにより分類した微地形分類図を利用し、研究地域における植生と地形の関係評価を行った。このため、研究地域における毎木調査を行い、樹種、DBH、樹木の位置、樹高を測定した。次に、樹種と樹木の位置情報を利用し、その対応の地形条件を調べ、微地形ごとに分類した。その後、各樹種の植生生活型を調べ、TWINSPANを用いてグループ化し、TWINSPANを用いて微地形と樹木植生生活型の関係の評価することで、研究地域における植生と微地形の関係を明らかにした。

本研究では、LIDARデータで通常ノイズとして扱われてきた樹冠下の森林下部構造は、ラジコンヘリコプターを用い観測した開空度 50%以上の場所では下部構造を把握することができ、微地形分類が可能であることを示した。さらに、毎木調査の結果を利用して植生の地形の関係を把握できる手法につき検討した。この植物と微地形の関係を利用すれば、平時においては、広域的に、管理すべき場所とそうでない場所の分類が可能であり、自然再生事業において保存すべき場所とそうでない場所を客観的に把握することができる可能性を示すことができた。

「里山」の保全を具体的な空間に即して考えるには、微地形と植生という可視的指標を用いるのが有効であることが指摘されている。そこで用いられる斜面の微地形分類は、相対的配置と傾斜・曲率の不連続的变化をめやすにして、地表水、浅い地中水、および地表物質の機能に関して各微地形分類単位が担っている機能を根拠に進められる。この作業のうち、形態的特徴の把握をLIDAR情報に基づいて進める手法を開発し、従来、樹冠下の連続的地形量の把握に効力を発揮してきたLIDAR情報が、傾斜変換線のような不連続線を抽出することにも適用できることを実証した。また、微地形と植生との対応の検討に各植物の生活型を介在させることで、微地形-植生関係の物理的解釈を可能にする道を開いた。これらはいずれも、微地形と植生を指標にした里山保全策の推進に大きく寄与するものとして評価される。さらに、従来の研究では専門家に頼らざるを得なかった微地形分類、地生態学的な評価を可能にするモデルを開発した努力は大いに評価できる。