

【2RF-1501】地上レーザーを用いた森林域での自然災害評価法の確立（H27-29 26,860千円）

研究代表者 加藤 顕（千葉大学）

## 1. 研究実施体制

（1）地上レーザーを用いた森林域での自然災害評価法の確立（国立大学法人千葉大学）

## 2. 研究開発目的

地上レーザーデータを用いて森林災害を評価する手法を確立するために、森林災害が頻繁に生じる場所で3次元データを取得し、衛星画像を用いた解析結果と比較した。森林災害評価法としては、これまで人が目視で行っていた手法から、3次元データを用いた解析手法を確立することを目的としている。森林災害前後の状況から3次元データ上で失われた量を定量的に把握し、衛星データの現地検証（グラントゥールース）データとして用いることができる。

また、森林生態学の法則を取り入れて、森林状況を評価することも検討した。森林生態学の法則とは、「自己間引きの法則」であり、対象とする森林が最多密度に達しているかどうかを判断する。森林が最多密度に達すると、可燃性バイオマスの蓄積が進むため、森林火災のリスクが高くなる。風の強い場所では、風倒害が生じやすくなる。森林の密度状況を地上レーザーによって評価した。

本研究では、以下に述べる3つの課題に取り組んだ。

- （1）地上レーザーによる3次元データを用いて森林災害を評価する手法を確立する。
- （2）地上レーザーと生態学の法則を用いて林内状況を定量的に解析する手法を確立する。
- （3）衛星データのグラントゥールースとして地上レーザーによる3次元データの有効性を検証する。

## 3. 本研究により得られた主な成果

### （1）科学的意義

生態学の現象を地上レーザーによって定量的に把握した研究はこれまでになく、世界初の研究と言える。また、カナダや同じ緯度にあるエストニアの森林状況でも確認したところ、自己間引きの法則が地上レーザーだけで評価でき、森林が最適な密度状態に保たれているかどうかを評価できるようになった。これらの解析手法は3次元データを用いた世界初の試みであり、独創性や汎用性が高い手法である。ボクセルを用いることで、災害前後の消失量を直接的に算出できた。さらに、フラクタル次元（自己間引きの法則）の解析もボクセルだけで行える。3次元データから得られるボクセル量が火災のリスクを表現でき、リスクが高い場所がどこかを判断できる技術が確立できた。

また、ボクセルを用いたバイオマス算出方法を提案ができた。これまでの材積主体のバイオマス計算ではなく、ボクセルを主体としたバイオマス計算を行うことにより、計測効率を飛躍的に向上できる。特に、森林災害前後で3次元データを自動で詳細にマッチングした技術（誤差5cm以下によるマッチング）を用いれば、地上レーザーによって現地で取得される作業効率を劇的に改善でき、バイオマス算出手法を容易となり、すぐにでも社会実装できる。

また、クラウド型解析をいち早く取り入れて衛星データの解析を行った。クラウド型解析には、主観が入りにくい共通のプラットフォームによるデータ解析が可能であるため、信頼性が保証される。国際環境政策を進める上で、森林の増減を客観的に評価するには、クラウド型解析技術を用いることが最も有効な手法である。

## （2）環境政策への貢献

### <行政が既に活用した成果>

東京都では2012年5月に生物多様性地域戦略である「緑施策の新展開」を公表した。この施策では、緑の量を確保する取り組みだけでなく、生物多様性の保全に向けた緑の質を高める視点を重視している。その新たな緑指標の開発に、本研究で用いた地上レーザーによるデータ取得手法と本研究で開発された解析手法が新技術として採用を検討している。東京都が新たな植生図を2019年度に作成する上で、新技術を導入することを検討しており、その試験研究として2016年度と2017年度に地上レーザーを用いた試験研究を東京都と共同で行っている。

### <行政が活用することが見込まれる成果>

気候変動の適用策を検討する際、Measuring, Reporting, and Verification (MRV)での森林モニタリング手法の確立は非常に重要なテーマである。バイオマス変化量を3次元データにより詳細に把握できれば、MRVの正確性を大幅に改善できる。そのための技術として、地上レーザーが最も効率の良い現地データ取得方法であることを本研究では実証できた。地上レーザーを用いて森林の最適密度を自動で指標化でき、森林火災前後での変化量を正確に把握できた。行政にすぐにでも活用できる技術を提供できる。使用したレーザーセンサーも価格が安く、データ取得、解析のためのデータ準備（データ合成）、解析結果の解釈まですべて自動化できるため、地上レーザーをすぐに森林災害評価やモニタリング技術に活用できる。

地上レーザーを用いれば、人による計測誤差がないため、より詳細な成長量が計測できる。これまでのモニタリング期間を大幅に短縮できる。炭素吸収が多い森林をより早期に検知でき、病害や枯死した樹木をかなり早い段階で検知できる。森林構造変化を正確に把握できるため、炭素蓄積変化を確実に証明できる技術である。社会実装として、これらの正確な変化量の把握は森林災害に対する保険業務の事前評価もしくは事後被

害度調査に大変有効である。自然災害保険に対して被害度を正確に把握できる最適な調査手法である。

クラウド型衛星データ解析である Google Earth Engine (GEE) は、国際的環境政策を推進する共通プラットフォームとして Food Agriculture Organization of the United Nations (FAO) が公式に認めた<sup>10)</sup>。FAO は Google とパートナー契約を結び、GEE を標準的に使い、Landsat 衛星による経年的データから世界での森林増減をモニタリングしている。本研究で示したクラウド型解析ツールも環境政策へ貢献度が高い技術であり、その解析結果の現場検証用に地上レーザーと本解析手法を用いれば、効率が良く正確なモニタリングが行える。

#### 4. 委員の指摘及び提言概要

地上レーザー計測データからボクセルにより森林密度を表現する方法を提案し、その災害評価への有効性を示しており、地上レーザー計測の有用性を示した研究として意義があると評価できる。自然災害評価法というには、まだ初期の分析結果が出たに過ぎないレベルであり、広域な森林の育成、回復状況といった環境面のモニタリング手法として強調したいところである。今後は組織的により大きなチームを組んでしっかりした体制の下で研究成果を積み重ねることが必要であろう。

#### 5. 評点

総合評点：A