

## 三次元点群データを用いた樹木形状と地形変化の解析手法の検討

Development of analysis method on the relationships between tree shape and topographic change

学籍番号 47-156731  
氏名 蝦名 益仁 (Ebina, Masuto)  
指導教員 早川 裕弼 准教授

### ・背景目的

近年、土砂災害に対する防災では、将来の人口減少などを想定し、ハード面の砂防構造物による防災に加え、ソフト面の防災対策も重視することで、総合的な土砂災害対策が推進されている。国や各地方自治体では、住民に対する防災情報の開示が求められており、ハザードマップなどの作製・公表を通じ、住民の防災に対する意識を向上させようとしている。

日本の森林は昭和 30 年代以降、石油・ガスへの転換によって薪炭林の需要が低下したことから、多くの天然林は拡大造林により針葉樹の人工林に転換された。しかし、増加した針葉樹の人工林は林業の人手不足や外材の台頭や木材需要の低下などから管理されず放置されている。放置された森林は樹木の過密生息は根茎の発達不足を招き、樹木の斜面での支持力不足を招く。

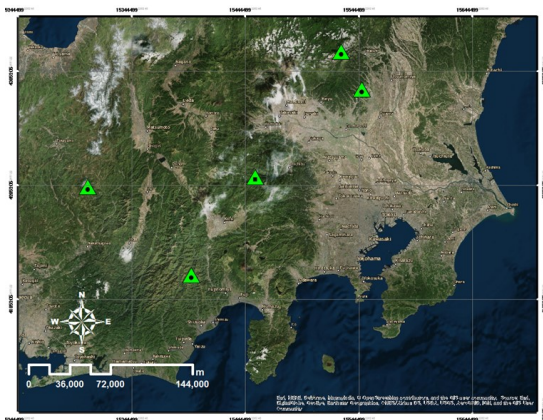
本研究は国内の土砂災害に対して、リスクを予測する新しい要素として樹木の形状と地形の関係について注目して研究を行った。

また、本研究ではそれらの解析に三次元点群データを使用することで、地形と植生の相互作用をより精密に検証した。

### ・調査地概要

本研究では、樹木の形状が地形などの外的要因によって影響を受ける可能性が高い地点をまず抽出し、それらの現地で TLS 測量を行った。調査対象地は、足尾山地小流域（栃木県鹿沼市）、華巖滝下流域斜面（栃木県日光市）、東京大学秩父演習林（埼玉県秩父市）、大谷崩れ一ノ沢流域（静岡県静岡市）、御嶽山田の原（長野県王滝村）の 5カ所を選定した。足尾山地小流域、華巖滝下流域左岸斜面、静岡県大谷崩れ一ノ沢流域では、土石流や斜面崩壊、土壌侵食と関連する植生の変形を計測することを目的とした。御嶽山田の原は、とくに積雪から影響を受ける植生の変形の抽出を目的として計測を行った。さらに、これらの対象地域のうち、過去の TLS 測量の三次元点群データが利用可能な足尾山地小流域、華巖滝下流域左岸斜面につい

では、さらに詳細な分析を進めた。その他の調査地に関しても、将来的に多様なデータをアーカイブ化することも視野にいれ、三次元点群データの取得・整備を行った。



1. 調査地位置図

#### ・手法

本研究では、主に短距離型の地上レーザーキャナである、Trimble TX5 を用いて TLS 測量を実施した。

地形の解析手法としては、点群間の比較に M3C2 distance を行った (Lague et al.,2013)。それに加え TLS から取得した高解像度の DEM を使用した解析を ArcGIS 上で行った。

樹木形状解析は点群から行った。解析手法は幹の点群から二点の xyz 座標を取得することにより、二点から樹木の傾きの大きさと傾きの方位を取得する。この手法はコンピュータ画面上で、手動で二点を指定する方法である。得られたデータは傾きと方位を GIS で利用可能なポイントデータに変換することで、空間的な解析と可視化を行った。

#### ・結果 地形

足尾山地小流域では谷底に連続して TLS を設置することで詳細な地形データを取得することができた。過去の土石流前後にとられたデータと本研究で取得したデータを比較することで、詳細な地形の変化を検証することができた。M3C2 を用いた解析で求めた地形の変化量の結果では、2005年の土石流発生前 (C1) から2005年の土石流発生後 (C2) の間に谷底での侵食が確認された。2015年のデータ (C3) では侵食された谷底は堆積により元の位置まで回復している箇所が多く確認された。C2 から C3 では約10年の期間を経てることから、C1-C2 期間ではあまりみられなかった、谷側面の侵食がおきている。

M3C2の点群を200点にランダムに間引き、斜面傾斜角のサーフェス情報を与えることで二つの値の関係を見た。C1-C2 期間では傾斜角が小さいエリアで侵食が発生した。C2-C1 期間では傾斜角の大きなところで侵食が発生し、傾斜角の小さいところで堆積が発生した。

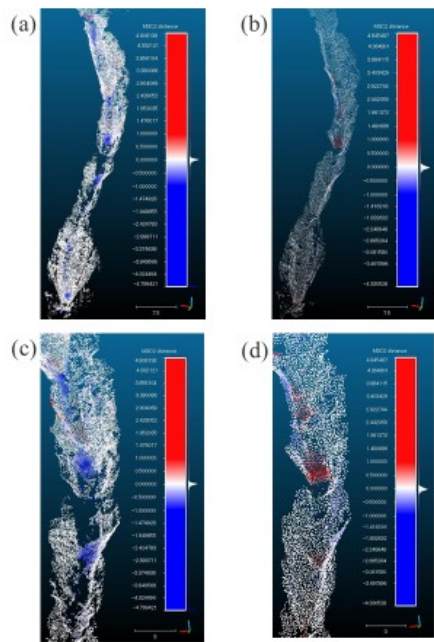


図4-1. 足尾山地谷部地形変化M3C2 (a)C1-C2期間 (b)C2-C3期間 (c)変化箇所拡大図C1-C2期間 (d)変化箇所拡大C2-C3期間

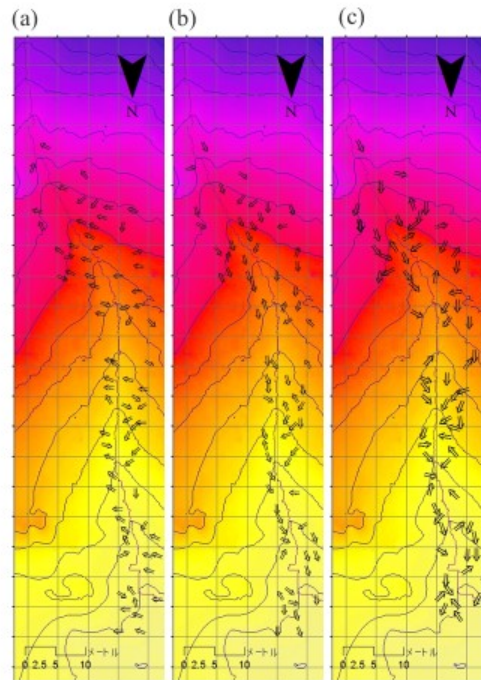


図4-8. 樹木の傾斜方向 (a) c1 (b) c2 (c) c3

・結果 樹木形状変化

樹木の傾きの方向の傾向を空間分布に表した。わかるのはどの時期の図においても、北側に傾いている樹木が多い。また、左岸側の樹木は東に、右岸側の樹木は西に傾く傾向がみられる。

毎木ごとの樹木の傾きの大きさの増減を空間分布に表した。また、樹木の傾きの増減と斜面傾斜度との関係を図に表した、斜面傾斜度が増えるに従い、傾きの増減はどちらも大きくなる傾向が見えた。

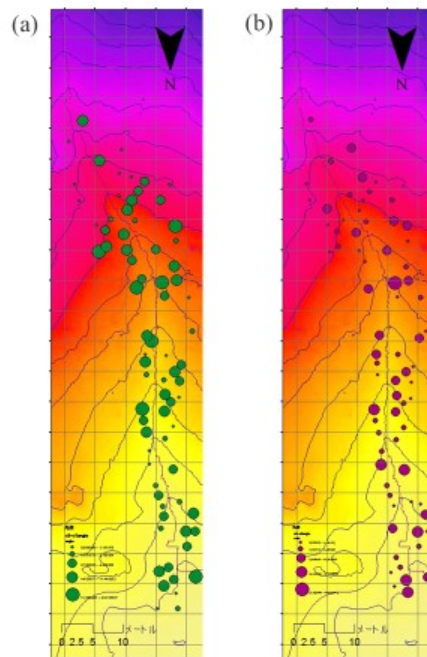


図4-10. 樹木傾斜の大きさ (a) C1からC2の傾きの変化量 (b) C2からC1の傾きの変化量

## ・考察

土石流前後の C1-C2 期間では M3C2 distance の結果より谷底で侵食がされていることが分かった。谷底での侵食は土石流の持たすエネルギーによって土砂の移動が起きることでの侵食だと考えられる。土石流発生後 10 年の C2-C3 期間では M3C2 distance の結果より谷側面の侵食と谷底への体積が確認された。

足尾山地小流域内では、樹木の傾きは北側傾く傾向がみられた。北側に傾くのは、本調査地では急峻な斜面のため南側からの日光を得ることは難しい。そのため北側から日光を得るため北側の樹冠が発達する。樹冠の発達により北側方向が重くなり自重による傾きと考えられる。また同様に、谷流路方向に傾く傾向がみられる。谷流路方向に傾く原因も北側に傾く原因と同様に樹冠の発達方向にあると考えられる。谷では、勾配が大きく、たびたび攪乱がおきるため、植生が発達しにくい。そのため周辺の植生は日光獲得のため、流路方向への成長する。すると、北側に傾くのと同一メカニズムでの流路方向への傾きみられる。

## ・結論

本研究では高解像度の三次元点群データを取得し解析することで、多くの知見を得ることができた。足尾山地小流域の地形に関しては、土石流前後と 10 年後との地形の変化を解析した。土石流の発生による侵食堆積と 10 年後の現在の変化を見ることで、調査地の地形変化のプロセスを検証す

ることができた。土石流発生時と通常時での侵食堆積の違いも検証することができた。

また、土石流から 10 年経過した今の地形が土石流発生前と類似していることから大雨により再び土石流が発生する可能性があることも指摘することができ。

樹木形状に関しては、TLS を用いた三次元点群データ取得により樹木の傾きの計測と空間的解析を行った。樹木の傾きと方位の傾向が、斜面の方位や林内の小さな谷と関係があることがわかった。また、樹木の傾きの変化量が斜面の勾配度と関係があることが分かった。

本研究は植生の形状と地形変化の関係を検証する基礎的な研究である。今すぐにリモートセンシングなどを使った広範囲の解析に得られた知見を応用することは難しい。しかし、今後もより多くパターンの植生と周りの環境に関する空間的な分析を進めることで、植生の状況から周りの環境を推測することが可能になってくると考えられる。