

ボクセルモデルを用いた
二次林における林内風環境の推定
Estimating wind enviroment
using voxel in secondary forest

高知工科大学大学院
工学研究科基盤工学専攻
社会システム工学コース
国土情報処理工学研究室
学籍番号 1225082

宮本 森孫
指導教員 高木 方隆
副指導教員 赤塚 慎
論文副審査 田島 昌樹

2020 年 3 月 18 日

論文要旨

里地・里山とは、人が立ち入らない奥山と都市の間に位置し、集落を取り巻く二次林と、それを取り巻く農地・溜池・草原などで構成される。二次林とは、本来あった森林が災害や伐採などにより失われ、その後自然に再生した森林を指す。これらの環境は、農林業に伴う様々な人間の働きかけに応じて形成・維持されてきた。しかし近年の産業構造や人々の生活の変化により、中山間地域の人口流出や高齢化が顕著になってきている。持続的な自然資源を再生するため、国や研究機関による里山再生に向けた取り組みが活発に行われている。

森林を整備するための有効な手段の1つとして間伐が挙げられる。間伐は個体間の競争を緩和する手段として人為的に立木密度を調整すること^[1]である。人工林での間伐を施業する際は、立木の密度に応じて施業する定量間伐や、斜面の上下に沿って列状に施業する列状間伐などを採用する。これらの手法は機械的に間伐木を選定でき、能率的で安全な作業が可能となる。一方、二次林において間伐を施業する際は、定性間伐が用いられる。定性間伐とは木々の形質に重点を置いた間伐木の選定手法であり、熟練の職人が現場にて木々の形質を確認し間伐木を選定する。しかし近年、熟練の職人の高齢化や技術の継承が十分に成されていないことから、広域での定性間伐は困難である。よって二次林において間伐を行う際は、間伐木の選定や間伐強度を、森林の3次元構造を再現したモデルに基づいた実験やシミュレーションから明らかにしなければならない。

複雑な森林の3次元構造を再現するモデルとして、ボクセルモデルが挙げられる。ボクセルモデルとは3次元空間を微小立方体で区切り、その微小立方体それぞれに様々な属性値を付与させたデータモデルである。本研究では、藤原^[7]が、ボクセルモデルを用いて林床でのPAR(光合成有効放射量)を推定する手法の構築を行った。この手法を応用することで、間伐前後での林内の日射環境の変化を推定することができる。しかし、林内環境には日射以外に風や土壌などが挙げられ、間伐による林内環境を評価するためには、これらを複合的に評価する必要がある。

そこで、本研究では二次林内の風環境をボクセルモデルを用いて推定する手法の構築を行った。対象とする森林は、高知県香美市佐岡地区中後入にある金嶺神社周辺の二次林である。対象地区内では、2019年2月に間伐が行われている。点群データの取得は、2018年の間伐前と、2019年の間伐後の2時期で行った。本研究では、点群データから10cmボクセルモデルを作成し、メッシュモデルに変換したのち、1m×1m×1mの領域内で流体解析を行った。さらに、1mボクセル内の10cmボクセル数を説明変数、流体解析結果を独立変数とする二次式回帰により風速変化係数を算出し、1mボクセルモデルの属性値とした。二次式回帰にした理由は、解析に用いたメッシュモデルは葉・葉以外の全てを立方体としており、1mボクセル内の10cmボクセル数と、流出風速の関係は直線ではないと考えたためである。森林内の任意地点における推定風速は、流入風速と、流入地点から任意地点までの風速変化係数の平均値の乗算で算出される。また、検証のためメッシュモデルを連続で並べ流体解析を行い、推定値と比較した。その結果、推定値は検証値に対して過大評価となった。

本研究で構築した手法を用いることで、間伐前後での林内の風の変化を推定することができた。今回、構築した手法は、葉も幹もすべて立方体としてモデリングしているため、今後はそれぞれの形状を再現したモデリングを行う必要がある。さらに、森林内に気象観測装置を設置し、実測値と比較することで、二次林の整備のための解析に繋げていく。

Abstract

Satoyama is located between mountainous areas and urban areas. The satoyama is composed of settlements, secondary forests, farmland, reservoirs and grasslands. The secondary forest is a regenerated forest after the natural forest was lost. These environments have been formed and maintained by a variety of human activities by agriculture and forestry. However, aging and depopulation in mountainous areas are remarkable a ruined forest has been increasing. In recent years, governments and research institutes are working on regenerating sustainable natural resources.

A forest thinning is one of the effective ways to maintain forests. The thinning is the artificial adjustment of tree density to reduce competition between individuals. When thinning in an artificial forest, row thinning or quantitative thinning is performed. These methods can select the cut down trees mechanically and safe work can be performed. However, the secondary forests are composed of various tree species, so these methods can't be applied. When performing thinning in secondary forests, a qualitative thinning is used. In the qualitative thinning, a skilled craftsman selects felled trees based on tree characteristics. However, it is difficult to implement qualitative thinning in a wide area, because of the aging of skilled craftsmen and the lack of succession of techniques. Therefore, when thinning in a secondary forest, the selection of felling trees and the logging intensity must be clarified from experiments and simulations based on models that reproduce the three-dimensional structure of the forest.

A voxel models can reproduce the three-dimensional structure of forests. The voxel model is a data model that divides three-dimensional space into small cubes, about which many attributes can be stored. Hosoi^[4] created a voxel model of a single tree, and LAD(Leaf Area Density) and LAI(Leaf Area Index) was estimated. Kaneko^[5] obtained point cloud data of Camphor forest using a Terrestrial LiDAR, and created a voxel model has attribute of leaf area and stem volume. Fujiwara^[7] has established a method for estimating PAR(Photosynthetically Active Radiation) using voxel models. By applying this methods, changes of solar radiation due to thinning can be estimated. But, the forest environments also has wind, soil, rainfall, temperature and so on.

In this study, The wind environment of the secondary forest has estimated using a voxel model. The study area is a secondary forest around Kanamine Shrine located in Nakagonyu district in Kami City, Kochi Prefecture. The thinning has been implemented in the target area in February 2019. First, a point cloud data has acquired from April to June 2018 and April to May 2019, and it was converted to a 10cm voxel model. secondly, the 10 cm voxel model was converted to a mesh model, and fluid analysis was performed. Thirdly, 10cm voxel model has converted to a 1m voxel model, and the wind speed change coefficient has given to the attribute. Finally, wind speed in the forest and the change in wind speed due to thinning was calculated using the wind speed change coefficient. In addition, verification data has calculated by performing fluid analysis with multiple mesh models. As a result of comparing the verification data with the estimation data, the estimated data was overestimated with respect to the verification data.

In this study, wind speed in the forest and the wind change due to thinning was estimated using a voxel model. At present, leaves and non-leaves were modeled as cubes. Therefore, these must be modeled to a suitable shape. In addition, the estimated data will be compared with actual measurements.