

# 佐岡地区里山研究フィールドにおける 森林の保全と自然環境のモデル化

高木 方隆<sup>1\*</sup> 赤塚 慎<sup>1</sup> 須内 洸介<sup>2</sup>

(受領日：2019年5月7日)

<sup>1</sup> 高知工科大学システム工学群

〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185

<sup>2</sup> 高知工科大学大学院工学研究科社会システム工学コース

〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185

\* E-mail: takagi.masataka@kochi-tech.ac.jp

要約：「里山基盤科学技術の社会実装モデルプロジェクト（通称：佐岡プロジェクト）」は、2016年度に始まった。今回は、森林の保全の一つとして御神木を対象に樹勢回復のための措置を行なった。2017年9月に足場を組んで剪定を行い、樹勢の回復を待った。しかし台風による風で樹皮にヒビが入った影響により回復には至らなかった。2019年1月、根元からの萌芽が認められた。今後はその育成策を構築しなければならない。

森林を維持するには定期的な間伐が必要とされ、人工林におけるその手法は確立されてきている。そのためには、森林における自然環境のモデル化を行い、時系列的な変化を追跡していかなければならない。今回は三次元レーザースキャナを用いて森林内部の樹木の状況をボクセルモデルで表現した。葉面積指数や幹材積、光合成有効放射量など様々なプロダクトの生成が可能となっている。

2019年2月、森林ボランティア団体のメンバーにより、対象地域において間伐を実施した。それにより、林床部での日射量が非常に増大した。今後、間伐によって林床部での光合成有効放射量をシミュレートし、現地での検証を実施する予定である。

## 1. はじめに

「里山基盤科学技術の社会実装モデルプロジェクト（通称：佐岡プロジェクト）」は、2016年度に始まった。研究フィールドは、香美市土佐山田町中後入に位置する限界集落となった地域である。まず地域の氏神様の再建のため仮社殿を建立し、御神体を遷座、本殿を納める山車社殿も建立した<sup>1)</sup>。そして民家周辺の農地を借入し、災害対策と農用地利用のために、河川調査・ボーリング調査を行なった上で水位観測を開始した<sup>2)</sup>。さらに活動拠点として古民家の購入を検討し、改修計画を策定した<sup>3)</sup>。2017年度には古民家周辺の環境計測のため、気象観測ステーションを設置し、気象データの取得も開始した<sup>4)</sup>。里山の将来を設計するにあたっては、歴史的

な変遷を把握する必要があることから、その情報収集も開始した<sup>5)</sup>。2018年度は、古民家の改修が完了し、現在は安心して利用できる活動拠点が確保できた。また、古民家から金嶺神社にかけての山林も借入れ、森林における自然環境のモデル化を行っている。

森林を維持するには定期的な間伐が必要とされ、人工林におけるその手法は確立されてきている。里山の雑木林における維持管理手法については、既往研究が極めて少ないことから、その手法の確立は、本プロジェクトにおける重要課題の一つである。そのためには、森林における自然環境のモデル化を行ない、時系列的な変化を追跡していかなければならない。本稿は、里山再生に向けて重要な課題となる森林の保全と自然環境のモデル化について進捗概



図1. 御神木の周囲に足場を組んだ状況

要を報告し、今後の展開について言及する。

## 2. 森林の保全

2016年に金嶺神社の仮社殿を古民家近くの農地に建立し、御神体の遷座を行なった後、元の社地に山車社殿を建設して本殿を納めている。社地は、切土と盛土で造成されており、盛土部分の不等沈下が顕著なことから、元の社殿は傾いていた。周辺の木々は放置されていたため生い茂り、日射が少なく風通しも悪いために湿気が溜まる状況で、元の社殿の山側部分は腐朽が進んでいた。そしてこの社地の上部には御神木と言われるコバンモチの巨木があるが、枯れ枝が多く樹勢は弱い状況で、社地に倒れてくる可能性がある。本プロジェクトでは、この御神木を森林における保全対象の一つとすることで、実証実験を行なった。

2017年5月、高知県森林技術センターの樹木医に診断を依頼するとともに、対処法の検討を行った。その結果、剪定を行うことで樹勢を回復させることとした。同年9月、御神木周囲に足場の設置を開始。足場資材は、学生とともに手作業で運搬した。図1にその状況を示す。

御神木の剪定は、樹木医が監督のもと、森林ボランティア団体「森の元気!お助け隊」が作業に当たった。剪定は、着葉の認められる枝を残し、着葉していない枯れ枝を対象とした。剪定前と剪定後の状況を記録するため、剪定前後の三次元データをデジタルカメラを用いたSfM計測により作成した。

2017年10月の超大型台風21号による暴風は、本研究フィールドでも倒木がいくつか発生し、社地周辺のシイの巨木やスギ・ヒノキが倒れる状況であった。研究フィールドに設置している気象ステーションによると、最大風速は19.6 mであった。御神木

が倒木を免れたのは幸いである。ただ、御神木の葉が全て落ちてしまい、樹勢の回復が困難な状況となった。

2018年4月、御神木の樹勢回復を待ち望んだが、萌芽は認められなかった。樹皮にひび割れが認められ、その内部は腐朽が進んでいる状況であった。台風21号により木が揺すられ、その影響で樹皮にひびが入り、そこから水が浸透したことで腐朽が進んだと考えられた。樹木医によると、6月に萌芽が確認できなければ、樹勢回復は期待できないとのことであった。

2018年7月、梅雨に伴う記録的な豪雨が発生、研究フィールドに設置している雨量計によると、6月28日～7月8日の間で939 mmの雨量を観測した。この影響で、社地周辺では、新たな倒木被害が認められた。御神木の萌芽はなく、枯死した可能性が高くなった。

2018年11月、金嶺神社の神祭時に、御神木が枯死している場合の対処について、神官を交えて打ち合わせを行った。内部での腐朽がどのように進んでいるのか把握できないため、切り倒す場合、どのような挙動になるか分からないため、非常に危険な作業になる。手をつけられる状況ではなくなっているが、御神木の重心は山側に位置しているとみており、自然に倒れたとしても社地側にはならないだろうとのことで、1年程度様子を見ることとした。

2019年1月、御神木の根元付近の3箇所から萌芽が認められた。樹勢の回復は断念せざるを得ない状況であったが、根元での萌芽が確認できたことで、御神木の消滅は免れた。今後、枯れた巨木をどう処理し、萌芽部分をどう成長させるか、検討しなければならない。

## 3. 森林における自然環境のモデル化

我々はこれまで、地形・地質・気象などのGISデータを用いて有用植物の自生適地性についてマクロ的に評価してきた<sup>6)</sup>が、ミクロ的な微気象や土壌については精緻なデータが整備されていないために評価できていない。そこで森林内部の環境を計測し、そのデータを表現する三次元モデルを構築する必要がある。三次元モデルについては、ボクセルモデルが適している。我々は、自然環境をボクセルモデルによって表現する手法の開発に着手し、様々なプロダクトを生み出してきた<sup>7,8)</sup>。里山研究フィールドにおいても、2016年からデータの取得を開始し、モデル化を進めているので、これまでの進捗を本章で紹介する。

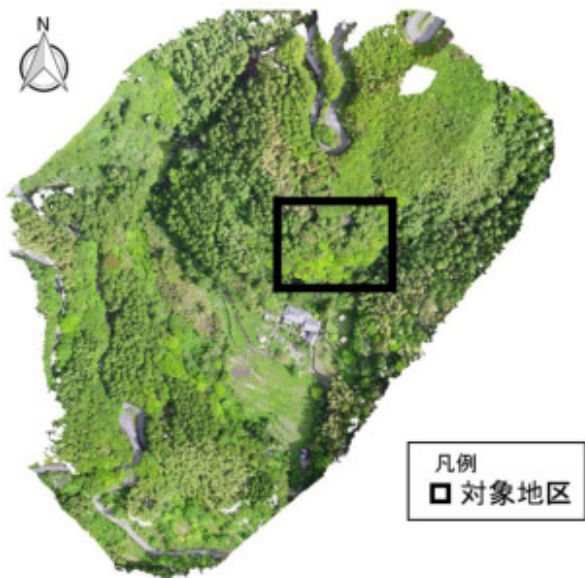


図2. モデル化の対象地域

金峯神社周辺の山林は、現在スギ・ヒノキが植林されている箇所では、間伐もされていないので、幹は非常に細い状態で、木材としての利用価値は低い状況である。宅地や農地だった箇所では、シイ、カシ、アカメガシワなどが放置林として生い茂っており、一部の場所では竹林が拡大している。下層植物はアオキ、ツバキ、アリドオシ、ギボウシなどが点々と繁茂しているが、林床は薄暗いため日射を好む下層植物は見当たらない。この状況を三次元レーザースキャナを用いてデジタル化することとした。

2018年4月、金峯神社下の50m×70mを対象として6箇所を三次元レーザースキャナ観測を行なった(図2)。観測で得られる情報は、水平角・鉛直角とも0.1°ごとでレーザーが反射した点の三次元座標と法線ベクトル、レーザーの反射強度、色情報としてのRGBである。このうち、色情報のRGB値は、林床で日照が非常に弱いことから、色を認識できるほどの情報は得られなかった。そこで法線ベクトルとレーザーの反射強度を用いて、各点が樹木の葉かそれ以外かを判定させた。葉は、幹や地面に比べて反射強度が小さく、葉面は太陽光を受けるために上向きになっている。この状況を利用して判定アルゴリズムを作成した。観測した6箇所全てで同じアルゴリズムを適用し、95%以上の精度で判定が行えた。

上の判定結果をもとにボクセルモデルを作成した。ボクセルの格子サイズは10cmとし、各ボクセルの属性には、判定結果(葉のピュアボクセルか、葉以外のピュアボクセルか、葉と葉以外のミクストボクセルか)と葉面積、地盤高を付与した。図3に

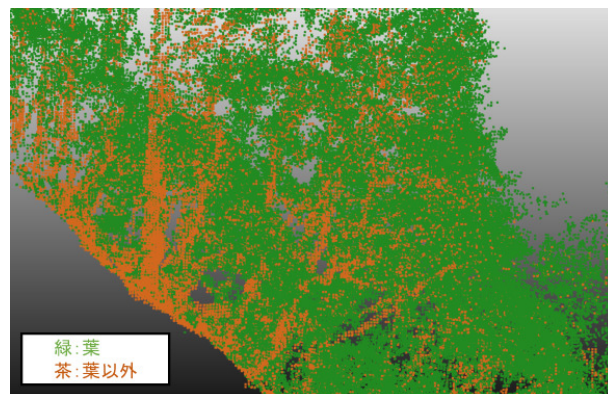


図3. 作成されたボクセルモデルの状況

葉の判定結果属性が付与されたボクセルモデルの例を示す。これにより葉面積指数や幹材積などを簡単に集計できる<sup>7)</sup>。さらに林床部での光合成有効放射量(PAR)の算出が可能となる<sup>8)</sup>。

#### 4. おわりに

今回、森林の保全の一つとして御神木を対象に樹勢回復のための措置を行なったが、台風の影響により回復には至らなかった。ただ、根元からの萌芽が認められたことから、その育成策を構築しなければならない。移りゆく自然環境の中で長年放置されて危機的な状況に至ってしまうと、人間の力では到底太刀打ちできいことを学んだ。永続的に現状の維持が必要であれば、自然と言えども定期的なメンテナンスが必要である。どのくらいの周期で、どのような保全活動が必要かを科学的に説明するための理論を構築しなければならない。

自然環境のモデル化のため、三次元レーザースキャナ計測を実施した。レーザースキャナデータから自動で葉を抽出する手法を開発し、森林内部の樹木の状況をボクセルモデルで表現した。葉面積指数や幹材積、光合成有効放射量などの森林に関する様々なプロダクトの生成が可能となった。

現在、対象地域には6地点に気象観測装置が設置されている。さらに対象地域周辺では土壌分析も行なっている。それらの情報もボクセルデータと統合することで、より多くの自然環境データを集積していく予定である。

2019年2月には、森林ボランティア団体のメンバーにより、対象地域において間伐を実施した。そのおかげで、林床部での日射量が非常に増大した。今年度も引き続き三次元レーザースキャナで森林のボクセルモデルを作成し、間伐によって林床部での光合成有効放射量がどれだけ増大したかをシミュ

レーションすると同時に、気象観測装置による検証を実施する予定である。

## 文献

- 1) 渡辺 菊真, “香美市の過疎村落にある金峰神社の再建プロジェクト”, 高知工科大学紀要, Vol. 14, No. 1, pp. 95–101, 2017.
- 2) 児玉ほか, “後入川流域の利水現況の調査と活動拠点整備予定地における水利用検討・流量調査報告”, 高知工科大学紀要, Vol. 14, No. 1, pp. 135–142, 2017.
- 3) 上田ほか, “地域交流を目指した古民家の改修計画”, 高知工科大学紀要, Vol. 14, No. 1, pp. 103–110, 2017.
- 4) 渡辺ほか, “東屋の建設と微気候の測定”, 高知工科大学紀要, Vol. 15, No. 1, pp. 47–55, 2018.
- 5) 池内ほか, “佐岡地区本村における歴史景観の調査”, 高知工科大学紀要, Vol. 15, No. 1, pp. 47–55, 2018.
- 6) Yuta TAKAHASHI, Masataka TAKAGI, Takashi WATANABE and Ryosuke MURAI, “Evaluation of Natural Environment using GIS for Important Plants”, Internet Journal of Society for Social Management Systems, SMS13–6716, 2013.
- 7) 兼子 瞭介, 高木 方隆, “三次元ボクセルモデルを用いたバイオマス量の推定”, 日本写真測量学会平成28年度秋期学術講演会発表論文集, pp. 39–42, 2016.
- 8) 藤原 匠, 赤塚 慎, 高木 方隆, “ボクセルモデルを用いた林床での PAR 推定手法”, 写真測量とリモートセンシング, Vol. 57, No. 1, pp. 4–12, 2018.

# Forest Conservation and Natural Environment Modeling, in SAOKA Research Field

Masataka TAKAGI<sup>1\*</sup> Shin AKATSUKA<sup>1</sup> Kosuke SUNOUCHI<sup>2</sup>

(Received: May 7th, 2019)

<sup>1</sup> School of Engineering, Kochi University of Technology  
185 Miyanokuchi, Tosayamada, Kami City, Kochi 782–8502, JAPAN

<sup>2</sup> Infrastructure Systems Engineering Course,  
Graduate School of Engineering, Kochi University of Technology  
185 Miyanokuchi, Tosayamada, Kami City, Kochi 782–8502, JAPAN

\* E-mail: takagi.masataka@kochi-tech.ac.jp

**Abstract:** The implementation of science and technology for “Satoyama” started from 2016. The research field is located in a village in Saoka, Kami City, Kochi prefecture. There is a sacred big old tree at the village shrine that was selected as an object of conservation. Scaffolding was set up around the tree in 2017, followed by pruning to rescue the deteriorating tree. However, many cracks had formed in the bark due to strong typhoon winds. Fortunately, some saplings were found on the base of the tree. The saplings must be nurtured from now on with importance of periodic thinning for forest management. In the case of the neglected secondary forest, the method is very difficult to develop. First, we used the voxel model to represent the natural environment in the forest.

A 3D laser scanner was used to measure forest structure, converting the acquired data in to the voxel model. The leaf area index, the content of biomass, and the solar radiation in the forest floor can be estimated using the voxel model.

A forest volunteer group thinned the trees in February 2019, and the amount of solar radiation on the forest floor increased. The voxel model must be generated again after thinning. The amount of solar radiation will be simulated using the voxel model and this simulation will be compared with the observation data.