

里山における森林内外の気象観測

中野 慎梧¹ 前田 康佑¹ 赤塚 慎^{2*}

(受領日：2019年2月28日)

¹ 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

² 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

* E-mail: akatsuka.shin@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」の一環として、高知県香美市にある里山において林地内外の気象環境の実測調査を行った。今年度の調査では、昨年度の実測調査から使用している自記録式気象観測ユニットに加え、自作した気象ステーションを用いて林地内の気象環境を測定した。その後、林地内外の気象観測データを比較することにより、林地内外での昼夜の気象環境の傾向や気温と標高、降水量、風速との関係について分析した。

林地内の気象環境を測定するためには、標高や周囲の植生の違い等を考慮するために気象ステーションを複数台設置することが望ましいと考えた。そこで、温湿度計と放射シールドからなる簡易な気象ステーションを自作し、林地内に複数台設置した。

林地内外の気象観測データを比較したところ、林地内では、林地外に比べ日中は気温が低く、夜間は気温が高い傾向にあることが明らかになった。また、林地内では、標高が高いほど、日中の気温は低く、夜間の気温は高い傾向にあること、降水が観測されている時間帯や風速が大きい時間帯では、林地外と林地内の気温差が小さくなる傾向にあることがわかった。

1. はじめに

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では、「心豊かな社会」の実現をテーマとして「里山基盤科学技術の社会実装モデルプロジェクト」に取り組んでいる。このプロジェクトでは、科学的な手法を用いて、里山における安全で安心な暮らしを提案することを目標としている¹⁾。

近年、熱中症患者の増加が大きな社会問題となっている。今後、地球規模の気候変動によってさらなる気温の上昇が予想されるため、里山での生活においても熱中症予防対策は必要になってくると考えられる。したがって、里山において気象観測を行い、里山の温熱環境を把握することは重要である。また、里山において持続可能な暮らしを目指し、林業と有用植物の栽培を兼ねたアグロフォレストリーを実践するためには、有用植物の適地性を評価するこ

とが必要となり、森林内の気象環境を把握することが重要となる。

そこで本研究では、里山の林地内外の気象環境を把握することを目的に実測調査を行った。今年度の調査では、昨年度の実測調査²⁾から使用している自記録式気象観測ユニット（気温、湿度、雨量、風速・風向を自動記録する測定機器）の一式（以降、WS (Whether Station)）に加え、自作した気象ステーションを用いて対象敷地内の環境を測定し、林地内外の気象観測データを比較することにより風や雨が林地内の気温に与える影響を分析した。

2. 対象地域

2.1 概要

高知県香美市土佐山田町佐岡中後入（東経133度43.04分 北緯33.38分 標高133m）にある古民家周辺の林地を対象として、実測調査を行った。対象敷

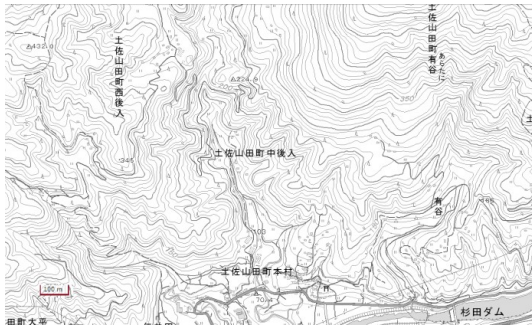


図 1. 対象敷地周辺地図

地周辺の地図を図 1 に示す。

3. 気象ステーションの作成について

3.1 目的

林地内の気象環境を測定するためには、標高や周囲の植生、水源などの要因を考慮するために気象ステーションを複数台設置することが望ましいと考えた。そこで本稿では、昨年度から使用している WS に加えて、自作した気象ステーションを用いて長期多点同時観測システムの構築を試みた。自作する気象ステーションは、ホームセンター等で購入できる材料のみを用いて作成し、安価に作成した気象ステーションでも有用な気象データが取得可能か試みた。

3.2 設計

作成した気象ステーションは、主に放射シールド部分と土台部分から構成される。放射シールドは、野外での気象データ観測のために、直射日光や地面からの影響をできる限り小さくし、センサーに直接雨が掛からないようにする目的で作成した。作成した気象ステーションを図 2 に示す。各パーツの材料を表 1 に示す。温湿度計には T&D 社製の RTR-574-H を用いた。

3.3 気象データ取得実験

(1) 実験概要

作成した気象ステーションの有用性を確認する目的で、2018 年 6 月 1 日～2018 年 6 月 4 日と 2018 年 7 月 24 日に気象データ取得の実験を行った。昨年度から利用している 2 箇所の WS と同じ場所に作成した気象ステーションを設置し、取得データの比較を行った。以降、設置地点 A を東屋、設置地点 B を仮社殿とする。取得データを表 2 に、機材の設置箇所、設置状況を図 3、図 4 に示す。



図 2. 作成した放射シールド

表 1. 放射シールドに使用した材料

パーツ	材料
シールド部分	プランター
支柱部分	カーテンレール (プラスチック)
土台部分	プランタースタンド
計測器吊り下げ部分	結束バンド

表 2. 取得データ

機材	設置箇所	測定項目
WS	東屋	気温、相対湿度、風向、風速、降水量
	仮社殿	気温、相対湿度、風向、風速、降水量
作成した気象ステーション	東屋	気温、相対湿度
	仮社殿	気温、相対湿度

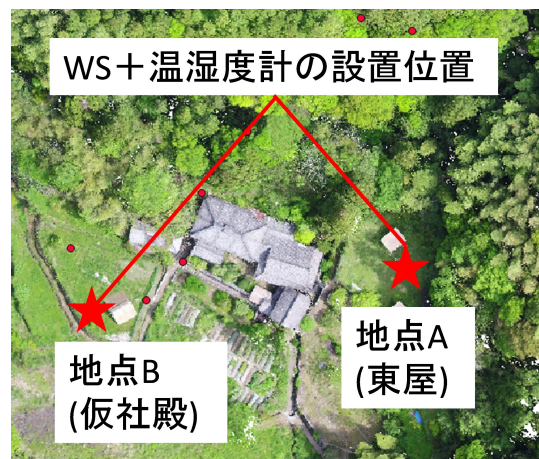


図 3. WS と作成した気象ステーションの設置場所

(2) 気温による比較

東屋と仮社殿での気温の測定結果を図 5、図 6 に示す。東屋では、夜には測定値の差が小さかったが、日中では作成した気象ステーションの測定値が大きくなる傾向が見られた。仮社殿では、東屋と同様に、日中では作成した気象ステーションの測定値が大きくなり、WS の測定値に対して 2～3℃ 高く測定される傾向がみられた。



図4. WSと作成した気象ステーションの設置状況

(3) 相対湿度による比較

東屋と仮社殿での相対湿度の測定結果を図7、図8に示す。測定の結果、仮社殿では夜中ではほぼ同じような測定値を記録しているが、日中では作成した気象ステーションの測定値がWSに比べ低くなる傾向がみられた。

(4) 熱画像による比較

気温と相対湿度を比較した際に、日中の測定値に差がみられることを確認したため、作成した気象ステーションの放射シールド部分が日射により高温となっているという仮説を立てた。この仮説を検証するために、サーモカメラを用いた熱画像による比較を行った。サーモカメラはNEC Avio 赤外線テクノロジーサーモショット F30Wを使用した。撮影した画像を図9に示す。撮影の結果、自作の放射シールドとWSの放射シールドの表面温度に大きな差は見られなかった。しかし、自作の放射シールドはWSの放射シールドよりもかなり大きいため、日射により高温となる部分の面積が大きく、放射シールド自体からの放射が温度差に影響を及ぼす原因の一つと考えられた。林地内では直射日光による影響が小さいと考え、引き続き利用することとした。

4. データ取得

4.1 環境設定

(1) 調査概要

対象地域の林地内外を対象として、2018年7月25日から気象データ観測を行った。取得したデータを林地内外で気温について比較し、林地内と林地外の違いを把握していく。その後、同時に取得した風向・風速・降水量のデータと比較し、気温に影響を与える要因を把握する。

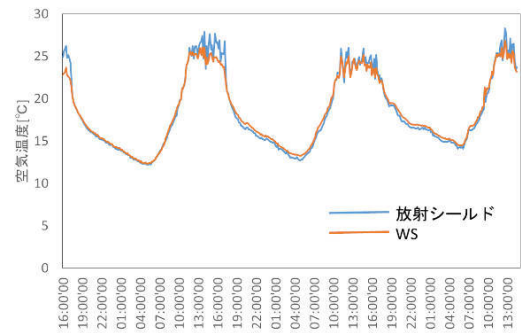


図5. 温度変化のグラフ(東屋)

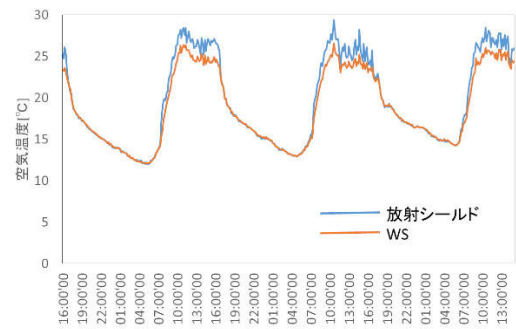


図6. 温度変化のグラフ(仮社殿)

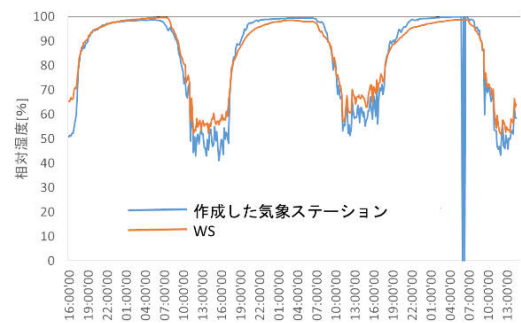


図7. 相対湿度変化のグラフ(東屋)

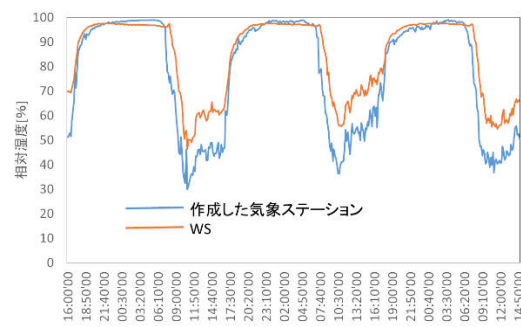


図8. 相対湿度変化のグラフ(仮社殿)

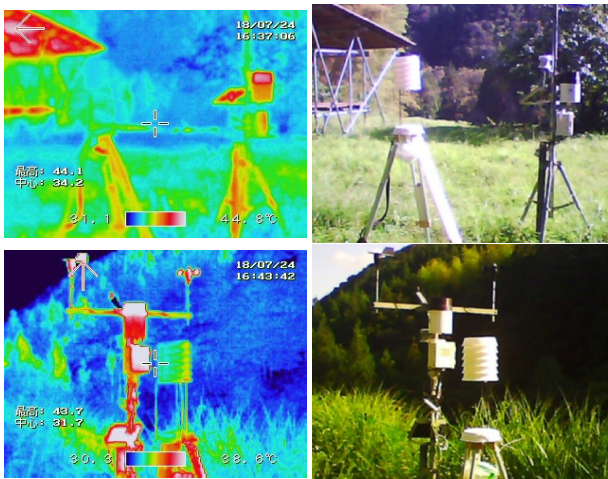


図9. サーモカメラによる画像比較



図10. 観測機器設置場所

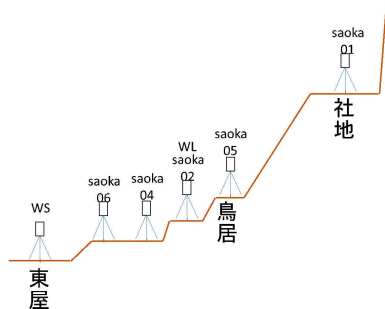


図11. 観測機器設置関係

(2) 調査地点

WSと作成した気象ステーションの設置状況を図10、図11に示す。WSは昨年度から引き続き、仮社殿付近と東屋付近の2箇所に設置し、これらにより取得したデータを林地外の気象データとして扱った。作成した気象ステーションは標高と周囲の状況が異なる5箇所に設置し、これらにより取得したデータを林地内の気象データとして扱った。

(3) 調査項目

林地外のデータとして使用する2箇所に設置したWSでは、気温・相対湿度・風向・風速・降水量を取得した。林地内のデータとして使用する5箇所に設置した作成した気象ステーションでは、気温と

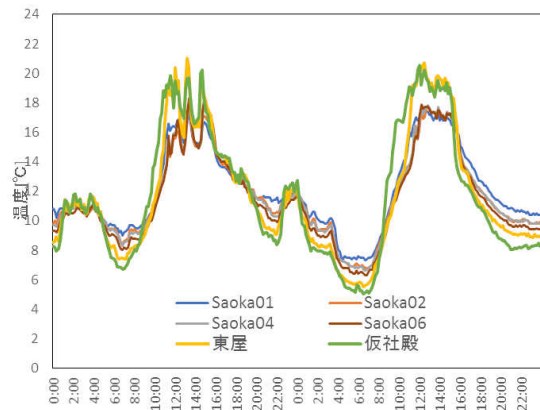


図12. 林地内外での温度変化比較

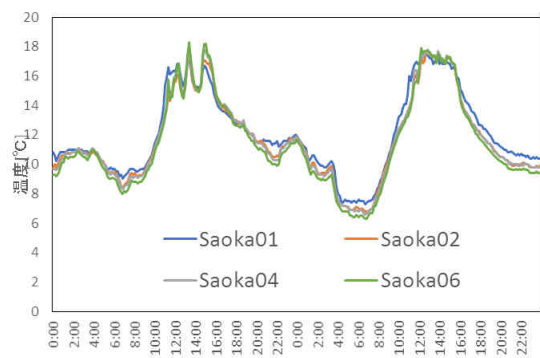


図13. 林地内温度変化 (2018/11/1~11/2)

相対湿度を取得した。しかし、作成した気象ステーションの一つ(図中 saoka05)が測定中のセンサーの落下により記録できていない期間があったため、本稿では使用しない。また、林地内の風向・風速・降水量を取得するために、市販の気象ステーションの Whether Link (以降WL)を林地内に設置したが、機材の不調によりデータに欠損が多く見られたため、本稿では使用しないこととする。

4.2 取得データの考察

(1) 林地内と林地外の昼夜の傾向の比較

林地内4箇所と林地外2箇所における気温の時系列変化を図12に示す。林地内の測定データを見ると、林地外と比較して、日中は気温が低く、夜間は気温が高い傾向が見られた。日中は、林地内では日射が少ないため気温が上がりやすく、夜間は開けた林地外では放射冷却が起きやすい³⁾ため、林内よりも気温が下がりやすいことが要因の一つと考えられる。

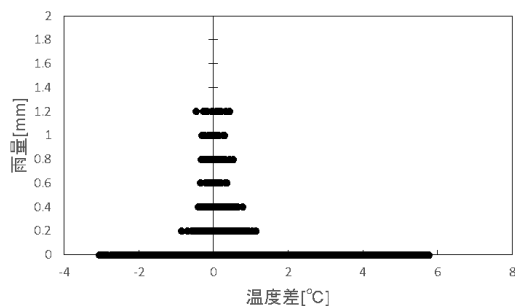


図 14. 温度差と雨量の関係（東屋）

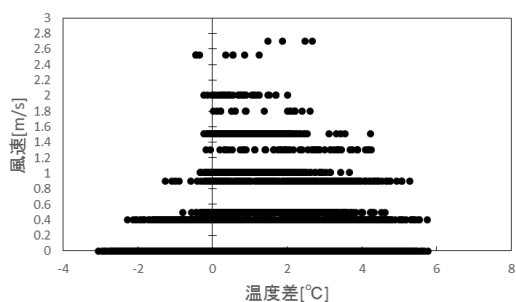


図 16. 温度差と風速の関係（東屋）

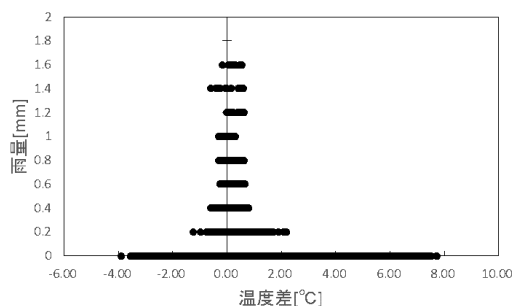


図 15. 温度差と雨量の関係（仮社殿）

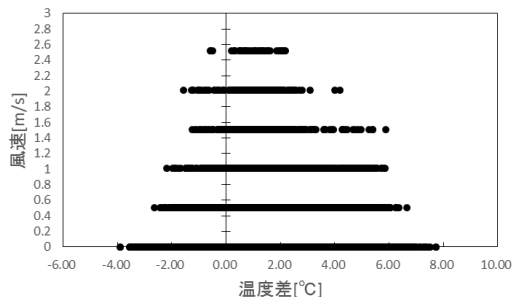


図 17. 温度差と風速の関係（仮社殿）

(2) 気温と標高との関係

林地内4箇所の気温の時系列変化を図13に示す。

各気象ステーションの位置関係を示す図11と比較すると、標高が高いほど、日中の気温は低く、夜間の気温は高い傾向がみられた。特に夜間は標高による気温差が大きくなった。夜間には、冷気流が斜面下方に流れていくため、標高の低い地点ほど気温が低くなり、気温差が大きくなったと考えられる。

(3) 気温と降水量との関係

林地外の気温から林地内の気温を引いた値と、そのときに林地外で観測された降水量との関係を図14、図15に示す。図の作成に使用したデータの期間は、データのそろっている2018年10月19日～同年12月13日とした。図14、図15より、降水が観測されている時間帯では、林地外と林地内の気温差が小さくなる傾向があることが分かった。

(4) 気温と風速との関係

林地外の気温の気温から林地内の気温を引いた値と、そのときに林地外で観測された風速との関係を図16、図17に示す。図の作成に使用したデータの期間は、データのそろっている2018年10月19日～同年12月24日とした。図16、図17より、風速が大きいほど林地内外の気温が小さく、その変動も小さい傾向があることが分かった。

5. まとめ

5.1 達成事項

(1) 多点同時観測手法の構築

自作した気象ステーションを設置することによって、林地内の複数地点において同時に気象観測を行い、それぞれの周囲の状況によって気象データに差が生じることを確認できた。

(2) 林地内部における気象観測

2018年7月25日から林地内部の気象データ観測を行い、林地内と林地外の比較、標高と気温との関係、気温と雨、風速との関係を考察することが出来た。林地内外の気象観測により、次のような傾向があることが確認できた。

- 林地内では、林地外に比べ日中は気温が低く、夜間は気温が高い
- 林地内では、標高が高いほど、日中の気温は低く、夜間の気温は高い
- 降水が観測されている時間帯では、林地外と林地内の気温差が小さくなる
- 風速が大きいほど林地内外の気温差が小さく、その変動も小さい

5.2 今後の課題

(1) 長期多点同時観測システムの問題点

本稿で構築した観測システムには未だ問題点がいくつか存在している。まず、温湿度計の電池交換が3ヶ月を目安に必須なことが挙げられる。太陽光を利用した給電方法が考えられるが、林地内で必要な太陽光を確保できるか実験する必要があると考える。

(2) 林地内の環境

本稿では、林地内の温湿度に影響を与える要因として、風や雨に焦点を当てて考察した。しかし、温湿度計の周囲の植生や土壌、水源の有無など、林地内特有の考慮すべき要素が挙げられる。今後の調査ではそれらの要素についても考慮する必要があると考える。

文献

- 1) 岡田諒、狭間弘菜、細川壮司、高木方隆、“佐岡中後入地区における水文環境”、高知工科大学紀要, Vol. 15, No. 1, pp. 41–46, 2018.
- 2) 渡辺菊真、赤塚慎、楠本建、毛利匡志、依光剛志、田島昌樹、“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.
- 3) 近藤純正、“温度と風の関係－常識は正しいか？－”, 天気, Vol. 59, No. 9, pp. 103–106, 2012.

Meteorological Observation Inside and Outside Forest in “Satoyama” Area

Shingo Nakano¹ Kosuke Maeda¹ Shin Akatsuka^{2*}

(Received: February 28th, 2019)

¹ Department of Infrastructure Systems Engineering, Kochi University of Technology,
185 Miyanokuchi, Tosayamada, Kami City, Kochi 782–8502, JAPAN

² School of Systems Engineering, Kochi University of Technology,
185 Miyanokuchi, Tosayamada, Kami City, Kochi 782–8502, JAPAN

* E-mail: akatsuka.shin@kochi-tech.ac.jp

Abstract: The Department of Infrastructure Systems engineering of Kochi University of Technology is working on the “Satoyama” project, which aims to reconstruct “Satoyama” and recommend living safely without worry in the “Satoyama” area using science and technology. Because of the progressive increase in air temperature and the incidence of natural disasters in the future due to climate change, it is important to understand the meteorological environment in the “Satoyama” area in order to live there safely and securely. We placed meteorological equipment both inside and outside of the forest, observing the air temperature and humidity, to understand the meteorological environment in the “Satoyama” area. This report shows the results of the meteorological observation inside and outside of the forest in the “Satoyama” area. We found that the air temperature inside the forest is lower than outside the forest in the daytime, but the air temperature inside the forest is higher than outside the forest at nighttime. In addition, it was found that there is a minimal air temperature difference between inside and outside forest when there was rainfall or the wind speed was high.