

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 10 月 24 日現在

機関番号：53301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25850177

研究課題名(和文)ハイパースペクトルセンサによるナラ枯れ被害早期予測手法

研究課題名(英文)Development of method for detection of wilting tree on early stage using hyper spectral sensor

研究代表者

小村 良太郎(KOMURA, Ryotaro)

石川工業高等専門学校・その他部局等・准教授

研究者番号：00390443

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：森林衰退の被害モデルを人工的に発生させ、枯れ発生以前の害虫侵入直後の状態から単木単位の分光スペクトル特性を測定し、目視では確認できない潜在的な被害を受けている段階の分光スペクトル特性に現れる特異的な変化を解析しリモートセンシングで広域の被害を早期に予測する技術の開発を行った。分光スペクトルの微細な変化を捉えるためには野外における日照条件による変化を考慮する必要があり、そのための補正手法を開発し分光スペクトルの解析を可能とした。また、より広域のモニタリングを可能にするためにドローン搭載型の分光スペクトルセンサによる観測手法についても検討を行い解析手法を開発した。

研究成果の概要(英文)：In this study, we analyzed the forest decline using the hyper spectral camera on the forest stand in which trees were wilted artificially. The change of wilting tree on early stage is difficult to be found on visible band data, but it can be found on hyper spectral data in previous research. By adapting this method to remote sensing, the early detection of forest decline on wide area is implemented. On the observation at the test sites, the effects of change of sunshine had bad impact to the analysis of the spectral data and we need to develop the method for calibration. We make a success of the development and the base of observation method for the forest decline using the hyper spectral camera is strengthened.

研究分野：リモートセンシング

キーワード：リモートセンシング 森林衰退 ハイパースペクトルカメラ

1. 研究開始当初の背景

北米のツガ枯れ、韓国のナラ枯れなど、交易による外来生物の進入などが原因の森林衰退が世界的に発生している。日本でも、カシノナガキクイムシ(カシナガ)の穿孔が原因のナラ枯れ被害が全国的に拡大しており、一旦被害が収まった地域でも今後周期的に被害が発生することが予想されている。森林衰退を効率的に防ぐには、広域を継続的にモニタリングし被害を早期予測することが重要であるが、人力では費用・時間に限界があり人工衛星や航空機を用いたリモートセンシングが適している。そこで、森林衰退の早期予測技術開発のケーススタディとしてリモートセンシングによるナラ枯れの早期予測技術を確立することを本研究の位置づけとしている。

リモートセンシングでは十分な数のグラウンドトゥース(地上観測)データが不可欠とされている。しかし、スペクトルメータの対象物の一点の分光スペクトルを計測するという特性上、スペクトルメータで十分な数(面積)の地上観測データを限られた時間で収集することは不可能である。一度に広域かつ詳細な分光スペクトル特性を計測可能なハイパースペクトルカメラを導入することができれば広域の地上観測データを収集することができ、リモートセンシングによる森林衰退の早期被害予測が可能となる。

2. 研究の目的

世界的に外来生物による森林衰退が発生し、その防除には森林衰退を早期予測する技術が必要である。日本でもナラ類大量枯損(ナラ枯れ)が広がっており、本研究ではケーススタディとしてナラ枯れをターゲットとし森林衰退の早期予測技術を確立することを目的とする。本研究では健全な樹木、被害を受けたが生存している樹木、被害を受け枯れた樹木、の3種類の被害モデルを人工的に発生させ、枯れ発生以前の害虫侵入直後の状態から単木単位の分光スペクトル特性を測定し、目視で

は確認できない潜在的な被害を受けている段階の分光スペクトル特性に現れる特異的な変化を解析しリモートセンシングで広域の被害を早期に予測する技術を開発する。

3. 研究の方法

本研究ではハイパースペクトルセンサによる地上調査データの収集、分光スペクトル特性の分析、被害モデルの作成、昆虫の穿孔数調査、地上調査データのリモートセンシングデータとの対応づけを実施する。さらに、前年度の被害が発生した周辺の林分についても分光スペクトル特性を観測し被害モデルと実際の被害状況の比較を行い早期予測のアプローチを多方面から行う予定であったが、研究開始時にはカシノナガキクイムシによる激害が減少しており、適当な被害モデルを構築することが困難であった。そこで、森林衰退のターゲットをマツ枯れに移し、研究を継続することとした。

マツ枯れは1905年に長崎市で確認されて以来、全国で被害が広がっているマツ材線虫病はマツ属を中心としたマツ科樹木に発生する感染症である。病原体はマツノザイセンチュウと呼ばれる線虫の一種で、感染により北米原産で日本を含むアジアやヨーロッパのマツ類に枯死を伴う激害をもたらしている。日本における病気の汚染地域は徐々に拡大しており、2010年以降北海道を除く本州以南の46都府県全てで確認されている。病原体はカミキリムシを媒介として感染を広げており、全国各地のマツ林で継続的に被害をもたらしている。

研究の方法としては、人工的にマツノザイセンチュウを摂取した松林を被害モデルとして利用し、ハイパースペクトルカメラを用いて撮影を行うとともに、ドローンによる上空観測により広域の被害状況の把握を行った。また、同時に光源である太陽光のスペクトルスキャナによる観測も実施し、日照の変化に対応できる体制を整え観測し、スペクトル情報の解析を行った。9月から12月の4ヶ月間に隔週でスペクトルメータ、ハイパースペクトルカメラ、ドローンによる被害モデルとした林分を観測し、ハイパースペクトルカメラによる観測手法について検討を行った。

4. 研究成果

観測を行った結果、樹木の状態によるスペクトルの変化量より光源によるスペクトルの変化量のほうが大きいことが明らかとなったため、日照の変化にも対応できるハイパースペクトルカメラデータの補正手法の確立を行った。

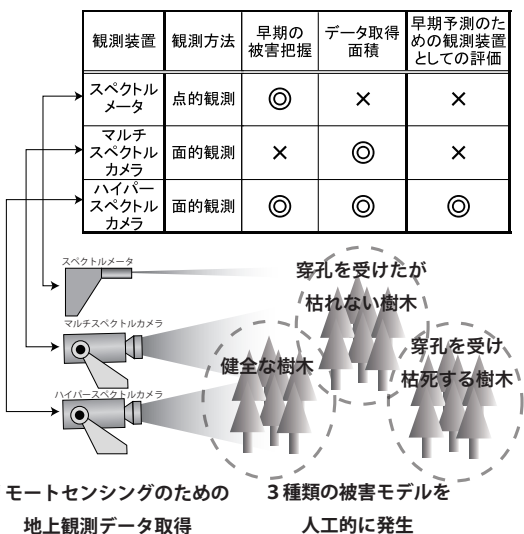


図1 被害モデルの発生と観測装置の特性

補正を行うために、外部から光の入り込まない暗室内にて、人工太陽灯と白色電球を組み合わせる異なる日照条件を生み出し、そのデータに基づいてデータ補正を行う手法を開発した(図2)。その結果、図2のようにハイパースペクトルカメラのデータにおける光源の変化による影響を軽減する手法の開発に成功し、常に日照の変化する野外における観測を可能とした。

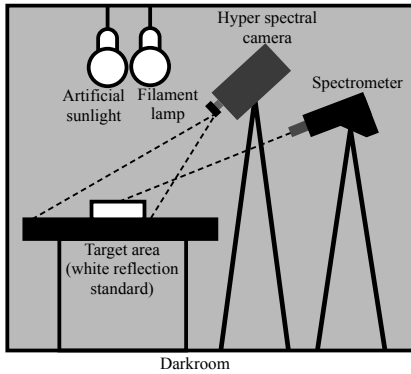


図2(a) 暗室内における白色板の観測

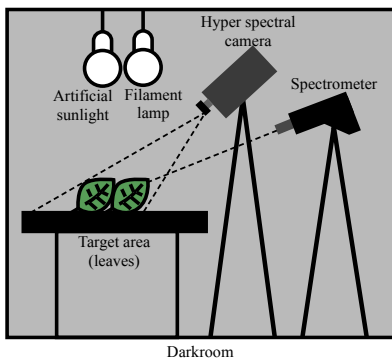
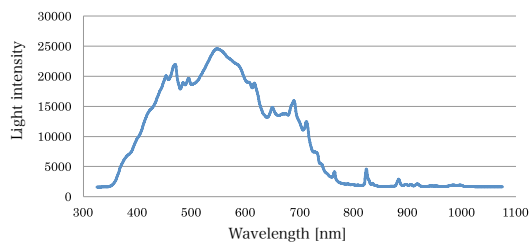
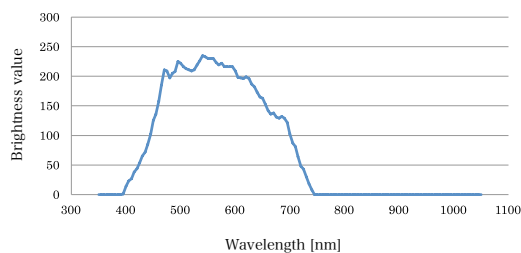


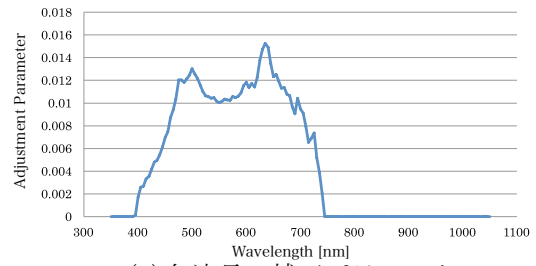
図2(b) 暗室内における植物観測



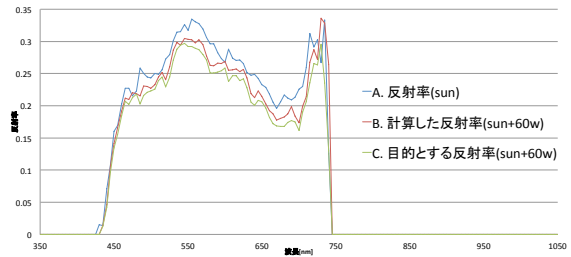
(a) ハイパースペクトルカメラによる分光特性



(b) スペクトルメータによる分光特性



(c) 各波長の補正パラメータ



(d) 反射スペクトルの補正

図3 ハイパースペクトルカメラによるデータの補正



(a) 補正前の NDVI 画像



(b) 補正後の NDVI 画像

図4 マルチスペクトルカメラによる NDVI 画像

また、より広域の森林衰退のモニタリングのために、ドローンによるマルチスペクトルカメラによる観測方法についても検討を行った。マルチスペクトルカメラにおいてもハイパースペクトルカメラと同様に光源による影響を強く受ける傾向が見られたため、同様の手法を用いて、補正手法の開発を行った。その結果、日照条件による影響を軽減する補正が可能となり、図4のように日照の影響を補正した解析画像の算出が可能となった。

日照の条件による影響が大きく、また計測機器導入にかかるコストを削減を図った結果、

導入に時間を要したため、当初の研究目標である森林衰退の早期予測技術の確立まで至ることはできなかったが、森林衰退の予兆を観測するための手法の開発を完了することができた。今後はこの技術を応用し森林衰退の早期予測技術の確立を目指す。

## 5. 主な発表論文等

〔学会発表〕（計 1 件）

宮岸 大輝、小村 良太郎、ドローン搭載型マルチスペクトルカメラの補正、平成 27 年度 北陸地区学生による研究発表会、2016/3/8/、石川高専（石川県・かほく郡）、F02

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

小村 良太郎 (KOMURA, Ryortaro)

石川工業高等専門学校・その他の部局等

・准教授

研究者番号：00390443