

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 19 日現在

機関番号：13301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26450363

研究課題名(和文) 全天ハイパースペクトルカメラを用いた森林動態の3次元モニタリング

研究課題名(英文) forest monitoring by using hyperspectral camera

研究代表者

久保 守 (KUBO, mamoru)

金沢大学・電子情報学系・助教

研究者番号：90249772

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：研究期間の3年間、森林調査のために東京大学北海道演習林を6月から10月まで毎月訪問し、カラマツハラアカハバチによる食害が発生しているカラマツ林において、ハイパースペクトルカメラおよび可視・近赤外デジタルカメラに魚眼レンズを取り付け、毎回同じ位置・同じ方位で林冠の全天画像計測を実施し、樹冠のスペクトル季節変動・年変動データを取得した。

研究成果の概要(英文)：During an outbreak of the larch sawfly in the University of Tokyo Hokkaido Forest, hemispherical photographs of the canopy were collected monthly by using hyperspectral camera for monitoring defoliation, and analyzed seasonal and annual changes.

研究分野：画像計測

キーワード：画像計測 リモートセンシング 地理情報システム(GIS)

1. 研究開始当初の背景

(1) 森林動態のモニタリングは、立木の状態で非破壊的・継続的に行う必要があり、カメラやレーザスキャナを使ったリモートセンシング技術の研究開発が盛んに行われている。

(2) 連携研究者が取り組んでいる葉食性昆虫の密度変動と樹木の動的抵抗反応の相互作用解明の研究においても、樹冠の季節変動・年変動のモニタリングは、量的・構造的に行うとともに、分光反射特性の計測データが有用である。

2. 研究の目的

(1) 本研究は、森林内においてハイパースペクトルカメラを林床から樹冠に向けて使用し、樹木の3次元葉群構造と分光反射特性を同時に計測する技術の開発を目的とする。

(2) 東京大学北海道演習林のカラマツ林におけるカラマツハラアカハバチによる食害を調査対象にして、季節変動・年変動のデータを取得する。

(3) 取得した樹冠のモニタリングデータは、葉食性昆虫と樹木の相互作用を解明する研究に役立てるために、森林の地理空間情報システムとして整備する。

3. 研究の方法

(1) 東京大学北海道演習林のカラマツ林のカラマツハラアカハバチによる食害調査区域8か所において、樹冠の撮影を継続的に実施し、季節変動や年変動などの森林動態を調査する。

(2) ハイパースペクトルカメラを新規に購入し、撮影時刻に対する太陽高度および撮影角度の分光反射特性への影響を調べるために、魚眼レンズを取り付けて鉛直上向きに設置し(図2)、数時間、同一地点で連続的に樹冠を撮影し、時系列ハイパースペクトル画像を取得する。

(3) 可視カメラと近赤外カメラに円周魚眼レンズを取り付け、林床から林冠に向けて、全天360度の範囲を1度に撮影する(図1)。2軸水準器を使ってカメラの光軸を正確に鉛直上向きに調整し、毎回同じ位置で撮影することで、時系列解析に使用できる可視および近赤外の全天写真を取得する。

(4) インターバルカメラを調査区域8か所の林床に常設し、期間中の林冠の時系列画像を

取得する。

(5) 撮影したデータを解析し、太陽高度および天候などの撮影条件や季節変動に応じて全天写真から樹冠のみを抽出する画像処理技術および魚眼カメラのステレオ視による3次元葉群構造解析技術を開発する。全天写真及び解析データを地理空間情報システムとして整備する。

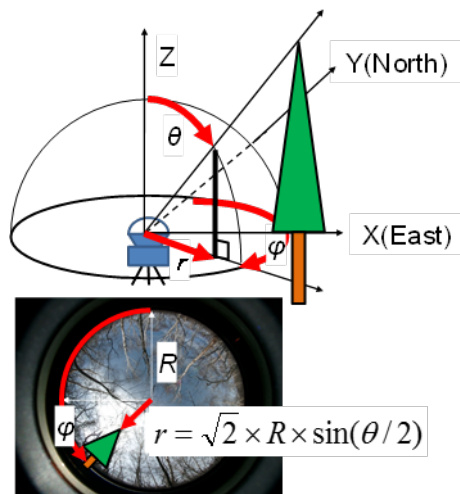


図1: 3次元空間・カメラ座標系と全天写真

4. 研究成果

(1) 研究期間の2014年から2016年までの3年間、6月から10月まで毎月1回、連携研究者とともに東京大学北海道演習林を訪問し、カラマツハラアカハバチによる食害が発生しているカラマツ林の調査区域において、ハイパースペクトルカメラ、可視および近赤外カメラを使って、毎回同じ位置・同じ姿勢になるように手で調整し、林冠の全天画像計測を行った(図2,3)。8か所の各調査区域のカラマツ林において、分光反射特性の季節変動・年変動データを取得した。

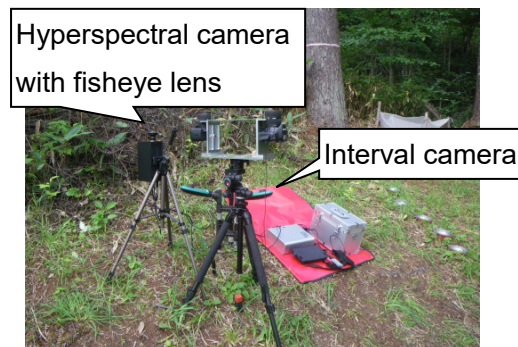


図2: 全天ハイパースペクトルカメラとインターバルカメラ

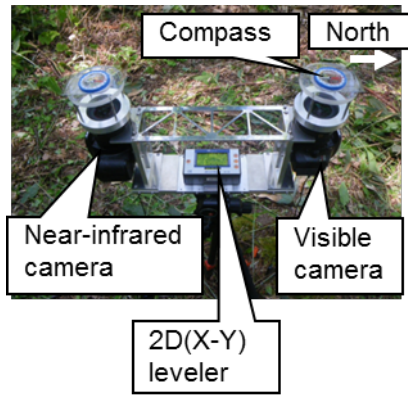


図 3 : 全天魚眼カメラ (可視・近赤外)

(2) 全天写真は魚眼レンズの射影方式に基づいて、パノラマ写真に変換処理した (図 4)。インターバルカメラによる林冠の時系列画像を含めて、3 年間の計測データは地理空間情報システムとして整備中である (図 5)。また、科研費 23580358 で開発した多地点全天写真のステレオマッチングによる 3 次元計測手法および多時期データを画素レベルで重ね合わせる最適化手法を、本研究の撮影データに適用し、太陽高度および天候などの撮影条件や季節変動に応じて全天写真から樹冠のみを抽出する画像処理技術および魚眼カメラのステレオ視による 3 次元葉群構造解析技術を開発中である。



図 4 : 全天写真とパノラマ写真

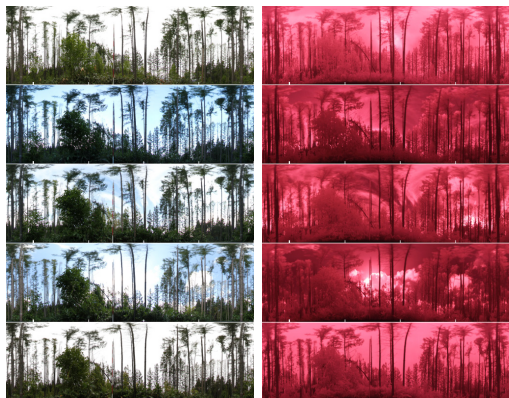


図 5 : 2016 年 6,7,8,9,10 月の調査地 No.1a パノラマ写真 (可視・近赤外)

(3) カラマツハラアカハバチのトラップ調査 (図 6) と全天写真を解析した研究成果として、密度変動と樹木の相互作用について論文として発表した。



図 6 : トラップ調査

(4) 計画通り調査できなかった点として、2015 年度には、ハイパースペクトルカメラに異常が見つかり、修理した。また、2016 年度には、台風 10 号などにより、調査区域および林道において倒木などの甚大な被害が生じた (図 7,8)。これらにより、計測データの期間および区域には未整備箇所が存在する。



図 7 : 調査区域カラマツ林の倒木



図 8 : 林道の倒木

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

(4) 研究協力者

[雑誌論文] (計 2 件)

- [1] Panisara Pinkantayong, Satoshi Suzuki, Mamoru Kubo, Ken-ichiro Muramoto, Naoto Kamata,  
A hierarchical Bayesian model to estimate the unobservable predation rate on sawfly cocoons by small mammals,  
Ecology and Evolution, Vol.5, No.3, pp.733-742, 2015,  
DOI: 10.1002/ece3.1394, 査読有.
- [2] Panisara Pinkantayong, Mamoru Kubo, Tamami Terada, Masanori Fujii, Shigehiro Kamoda, Ken-ichiro Muramoto, Naoto Kamata,  
The effect of successive years of defoliation by the larch sawfly (*Pristiphora erichsonii* (Hartig)) on the foliage properties of the Japanese larch (*Larix kaempferi* (Lamb.) Carr.), with particular reference to the CN balance hypothesis,  
Journal of Forest Research, Vol.20, No.1, pp.104-113, 2015,  
DOI: 10.1007/s10310-014-0442-5, 査読有.

[学会発表] (計 0 件)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

久保 守 (KUBO Mamoru)  
金沢大学・電子情報学系・助教  
研究者番号：90249772

### (2) 研究分担者

### (3) 連携研究者

鎌田 直人 (KAMATA Naoto)  
東京大学・農学生命科学研究科・教授  
研究者番号：90303255