

平成 21 年 6 月 1 日現在

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2006～2008

課題番号：18580136

研究課題名 (和文) 高解像度衛星画像を用いた樹冠抽出による松枯れ被害木探索システムの開発

研究課題名 (英文) Development of crown exploration system for pine wilt disease using high-resolution satellite images

研究代表者

澤口 勇雄 (Sawaguchi Isao)

岩手大学・農学部・教授

研究者番号：80302058

研究成果の概要：マツの健康度が樹冠 DN 値に与える輝度特性を明らかにするため、高解像度衛星画像を用いて樹冠抽出法の開発を行った。Watershed アルゴリズムで抽出された樹冠はアカマツマツの健康度を計測するための樹冠として用いることができる結論された。森林内での GPS 信号の SNR の低下原因は、木材水分であることが解明された。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,600,000	0	1,600,000
2007年度	600,000	180,000	780,000
2008年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	2,700,000	330,000	3,030,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：森林学・森林科学

キーワード：衛星測位、地理情報システム、リモートセンシング

## 1. 研究開始当初の背景

北東北における松枯れ被害の急速な拡大は、林業は無論、景観、環境的側面からも広い関心を呼んでおり、効率的な被害拡大防止対策の確立が急務になっている。松枯れ防除対策の基本は、被害木の剥皮、焼却、薬剤散布であるが、このための被害木の発見方法は人海戦術によるが見落としも多く、実際の処理に際しても被害木の発見が困難なことなど、問題が多い。このため、最先端の画像処理技術と GPS 測位技術を導入して自動処理型の効率的な松枯れ被害木の探索システムの開発が望まれている。

## 2. 研究の目的

本研究は、最近急速に進展している先端情報処理技術の GPS, GIS, RS とマシンビジョン構築などに用いられる画像処理技術を融合させて、時系列の異なる高解像度衛星画像の差画像を用いることにより、松枯れ被害木の樹冠を自動抽出し、松枯れ被害木を現地で容易に探索できるシステムを開発するための基礎的研究である。このため、樹冠抽出により松枯れ木を特定する最適画像処理法と実際に探索を進めるために欠かせない林内における GPS の測位特性を SNR の低下原因から解明することを目的とする。

### 3. 研究の方法

(1) 宮城県黒川郡大和町に調査区を設定した。材料は、対象地の IKONOS 画像、QuickBird 画像およびカラー空中写真である。

(2) 幾何補正のための GCP を取得するとともに、樹木樹冠抽出、樹種分類のためのグランドデータを GPS 測位した。GPS で位置座標の取得が困難な地点の測位は GPS とトータルステーションを組み合わせ立木位置地図、樹冠投影図を作成した。

(3) 衛星画像とカラー空中写真をオルソ幾何補正した。数値地形図は 50m メッシュによった。GCP は DGPS により取得し、幾何補正は RMS 誤差を 1 ピクセル以内、内挿法は 3 次たみ込み法とした。

(4) 画像処理による樹木樹冠抽出を行いテストエリアで精度検定した。樹木樹冠抽出を行った画像で教師付き分類した。判別効率表を用いて精度を検証した。現地調査や樹種分類の簡便化を図るために、教師付き分類と比較して、教師無し分類の可能性を精度から検討した。

(5) 時期と種類の異なる樹種分類画像を用いた差画像による松枯れ被害木の抽出松枯れ被害木の抽出精度の向上を図るために時期と種類の異なる画像を用いて差画像を作成し、松枯れ被害木を抽出し、抽出精度を検定した。

(6) 樹勢低下の初期段階における早期発見を容易にするために、マツの健康度と樹冠 DN 値の関係を樹冠抽出により確認した。樹冠抽出には Watershed アルゴリズム、閾値処理には threshold アルゴリズムを適用した。

(7) 樹冠・樹幹量と GPS 受信精度の関係の解明 松枯れ探査システムの基礎データとして、樹冠下における GPS 受信精度の特性を樹冠・樹幹量から明らかにするため、受信精度を SNR で評価した。SNR と木質材料と木質水分の関係を野外実験で観測した。樹冠・樹幹量の関係を森林内での実験で得た。SNR の低下原因を明らかにするために、実験森林で得られた林分条件をシミュレーションモデル林に適用して、GPS 受信により得られる SNR をモンテカルロ法でシミュレーションし、森林内での実験データと比較した。

### 4. 研究成果

(1) IKONOS、QuickBird 画像によりを用いて単画像オルソ幾何補正により、RMS 誤差 1 ピクセル以下の画像を得た。樹勢の違いによる被害個体の抽出を、被害状態によって分類された各バンドのスペクトルの DN 値と NDVI 値から試みた結果、松くい虫被害木を判別するには、DN 値よりも NDVI 値の方が有効であることが、分散分析および多重比較の検定結果から解明された(図-1、図-2、図-3、表-1、表

ー2)。樹木の活性が低下すると可視光域よりも近赤外域の反射率の低下が顕著に見られるとされているので、樹勢判別には可視光域よりも近赤外域の方が有効と予測されたが、検定の結果何れの画像においても、近赤外域に有意差は認められなかった。健全木と被害木、被害木と枯死木は NDVI 値を用いることによって区別された。NDVI 値による健全木と被害木の判別率は 76.5% だった。同様に被害木と枯死木は 68.1%、健全木と枯死木は 51.6% だった。DN 値と NDVI 値を組み合わせた最大の中率は健全木と被害木が 76.5%、被害木と枯死木が 74.5%、健全木と枯死木が 65.6% だった。以上の結果から、松枯れ被害木の抽出に NDVI 値は有用であり、DN 値を組み合わせることによって、より被害木の判別精度が向上することが期待された。

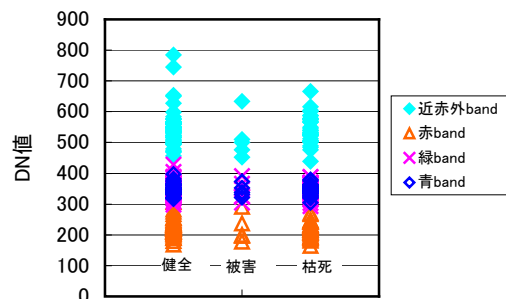


図-1 IKONOS 画像の DN 値と樹勢の関係

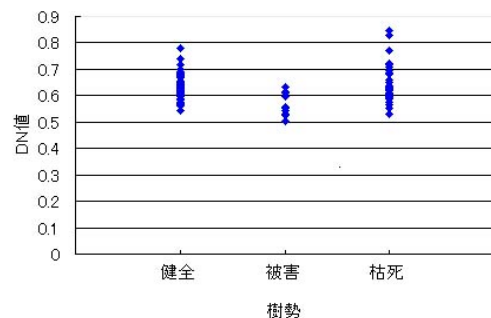


図-2 IKONOS 画像の NDVI と樹勢の関係

表-1 樹勢とスペクトルの検定(分散分析)

band	F 値	判定
1	2.187	
2	2.835	
3	3.215	*
4	0.027	
NDVI	7.998	**

表-2 樹勢とスペクトルの検定(多重比較)

区 分	**:1%有意	*:5%有意
健全木-被害木	NDVI	—
健全木-枯死木	—	—
被害木-枯死木	NDVI	—

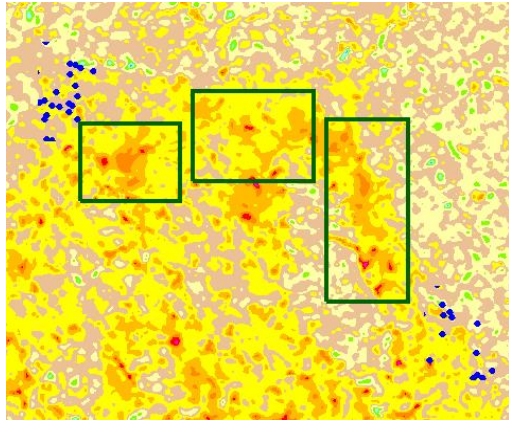


図-3 IKONOS 画像の NDVI 画像間演算による樹勢変化領域の抽出

(2) 樹冠抽出に最適な画像を得るための、解像度、閾値処理アルゴリズム、最適バンド数は、それぞれ(10cm)、(Watershed)、(Threshold)、(3 バンド)だった(図-4)。樹冠抽出精度評価を現地データとの重複率で評価した結果、重複率は87%と良好な結果を得た(図-5)。この結果、Watershed アルゴリズムで抽出された樹冠はアカマツマツの健康度を計測するための樹冠として用いることができる結論された。

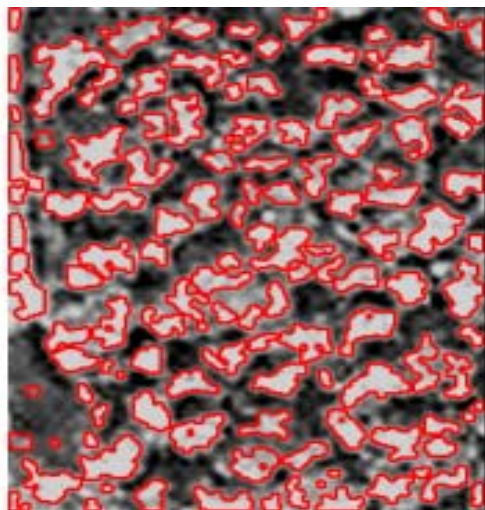


図-4 アカマツ樹冠の抽出画像

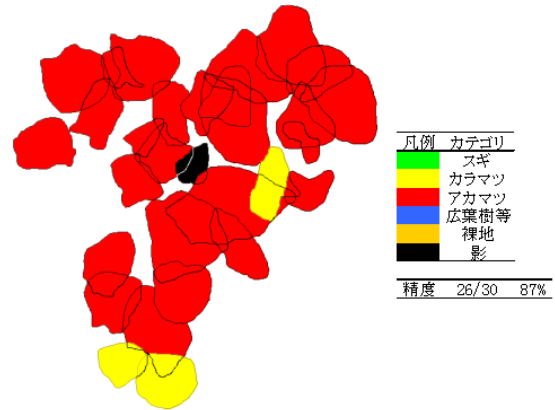


図-5 抽出樹冠の精度評価

(3) 高解像度衛星により樹冠抽出を正確に行うためには、正確な幾何補正を行うための精度の高い GCP データを欠けないが、森林内は測位精度の低下が問題となる。森林内での GPS 使用で生じる SNR の低下原因を解明したところ、SNR の低下に木材材料はほとんど影響しなかったが、木材水分は顕著に影響した。 $2g/cm^2$  の水分抵抗量(Mw)が SNR を 10dB 以上低下させた(図-6)。この Mw はスギ樹幹で 7cm の厚さに相当する。樹冠に遮られない状態での SNR は 20dB 以下なので、10dB の低下は GPS 信号の受信に重大な影響をもたらす。樹冠下での SNR の低下原因は樹幹と樹冠の水分だが、シミュレーションによるとスギの場合、SNR 低下の 77.8% が樹幹、8.1% が枝、14.1% が針葉だった(図-7)。この結果から、森林内で GPS 測位を精度良く実行しようとする場合、降雨、降雪などの林内水分が多い日をできるだけ避けることが大切となろう。

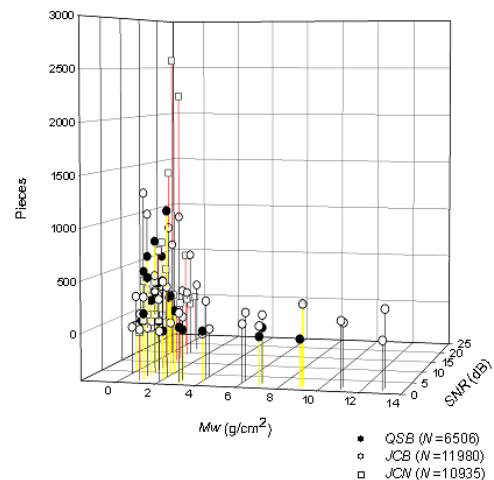


図-6 樹体水分と SNR の関係

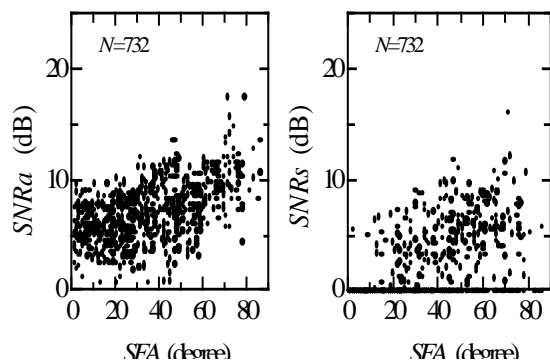


図-7 シミュレーションによる SNR の予測

### 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)

[雑誌論文] (計 2 件)

① 澤口勇雄・佐々木俊一・立川史郎 岩手県における松枯れ被害分布の特徴解析による被害判定マップの作成, 岩手大学農学部演習林報告 **40**, 19-31, 2009 査読有

② Isao Sawaguchi, Yuhei Nemoto, Shiro Tatsukawa Effects of moisture in wood materials on the SNR of GPS signals, Journal of Forest Research, **14**, 63-72, 2009, 査読有

[学会発表] (計 0 件)

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

### 6. 研究組織

#### (1) 研究代表者

澤口 勇雄 (Sawaguchi Isao)

岩手大学・農学部・教授

研究者番号：80302058

#### (2) 研究分担者

立川 史郎 (Tatsukawa Shiro)

岩手大学・農学部・教授

研究者番号：70142891

#### (3) 連携研究者