

スギ林撮影画像による花粉対策用の着花雄花自動抽出手法の研究

環境リモートセンシング研究室 武藤 貴士

1. はじめに

スギ花粉症は国民症と呼ばれ、春先のマスクの着用は社会現象となっている。花粉の飛散量予測は、スギ雄花着生状況調査（以下従来調査）という花粉発生源の黄色のスギ雄花を目視観測する形態で実施されている。しかし、目視調査のため調査員の主観が結果に影響する、スギ林を面でなく点で観測しているといった課題が存在する⁽¹⁾。そこで本研究では、リモートセンシング技術を用いて、広域観測可能なデジタル画像からの定量的な雄花抽出手法の開発を行った。従来調査では、対象スギごとの雄花着生状況から、4段階にランク付けを行っている⁽²⁾。雄花の着生状況はシーズン毎に変動があるため、ランク付けは年次毎で評価が異なる現状がある。画像からの雄花抽出は、年次毎の雄花着生状況の比較を行うことができ、このような課題を解決することが可能であると考えられる。

本研究は、航空デジタル画像からの雄花領域の自動抽出を目的とする中、地上画像からスギ雄花を判別抽出する手法の開発を行った。

2. 研究方法

本研究では、従来調査の時期に沿った12月上旬に現地撮影調査を行った。撮影地点は埼玉県で、アルゴリズムの開発目的に沿った葉の色が深緑色のA地点スギと、赤緑色のB地点のスギ画像取得を行った。スギは時期により葉の色が深緑色から赤緑色に変色するため、雄花と葉の区別がつきにくくなる。そのため従来調査でも、葉の色が変色する前の11月～12月上旬に調査を行う。撮影地点を埼玉県に選定した理由は、埼玉県農林総合研究センターに協力頂き、従来調査の調査地点データや調査結果データの入手ができたことが挙げられる⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾。撮影した地上画像から、スギ雄花領域抽出を精密法と簡便法の2手法を考案した。精密法から抽出した結果を従来調査の専門家に検証して頂いた。また抽出結果

の精度検証を行った。地上画像から画像分解能を変化させた画像で、地上調査への実用性を検討した。

3. スギ雄花領域抽出手法

3.1 精密法

精密法のアルゴリズムフローを図1に示す。精密法では雄花抽出の際に考慮するスギ林構成要素を、黄色雄花、赤色雄花、葉の3要素に定める。解析範囲においてRed、Green、Blue（以下R、G、B）の3次元空間の中、3要素の設定した初期値からの類似度計算を行う。類似度の尺度にはユークリッド距離を用いる。同時に3要素の初期値から最も近い距離にある画素値の探索を行う。探索した3点から再びユークリッド距離による類似度の計算を行う。黄色雄花のユークリッド距離画像、赤色雄花のユークリッド距離画像、葉のユークリッド距離画像を、それぞれDY、DR、DGとする。

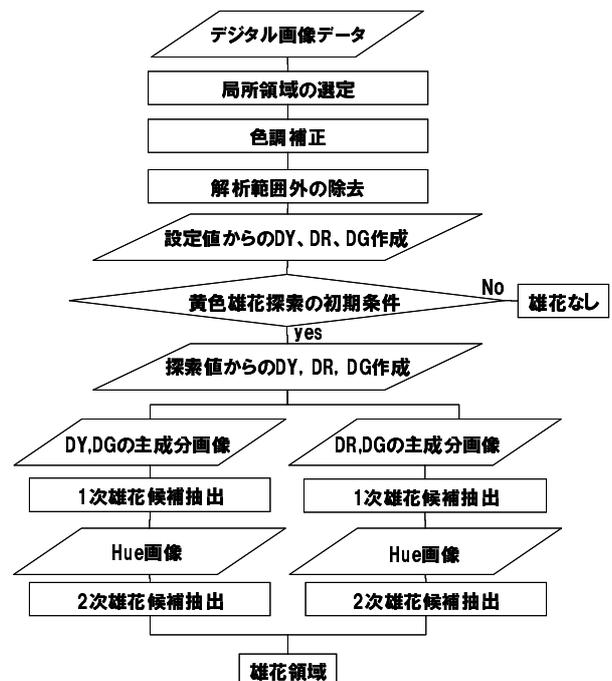


図1 精密法アルゴリズムフロー

DY と DG の主成分画像（以下 PCA_YG）と、DR と DG の主成分画像（以下 PCA_RG）に閾値を与え1次雄花候補の抽出を行う。Hue 画像を作製し、閾値を与え1次雄花候補から、更に2次雄花候補の抽出を行う。PCA_YG と PCA_RG の2次雄花候補を統合し最終的な雄花領域とする。

3.2 簡便法

精密法より少ないパラメータで雄花抽出を行う目的で開発した手法で、雄花の黄色特徴量を抽出する手法である。図2に簡便法のアルゴリズムフローを示す。パラメータは Intensity（明度）、Hue（色相）とスギ雄花の Yellowness 指標である。それぞれのパラメータに閾値を与えて雄花候補を抽出し、全ての雄花候補を統合し、最終的な雄花領域の抽出を行う手法である。

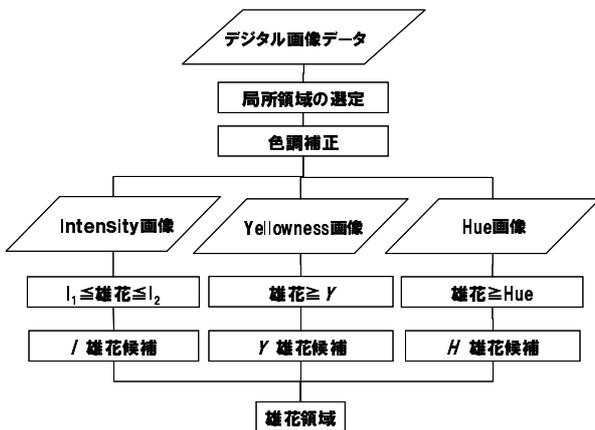


図2 簡便法アルゴリズムフロー

4. 結果

A 地点のスギ 0.05mm/pixel と 5.2mm/pixel 分解能画像の精密法と、簡便法による雄花抽出結果を図3に示す。B 地点のスギ 0.05mm/pixel、5.2mm/pixel 分解能画像の精密法と、簡便法による雄花抽出結果を図4に示す。画像内の赤枠は、設定した局所領域である。抽出結果内の赤色の領域が抽出された雄花領域である。

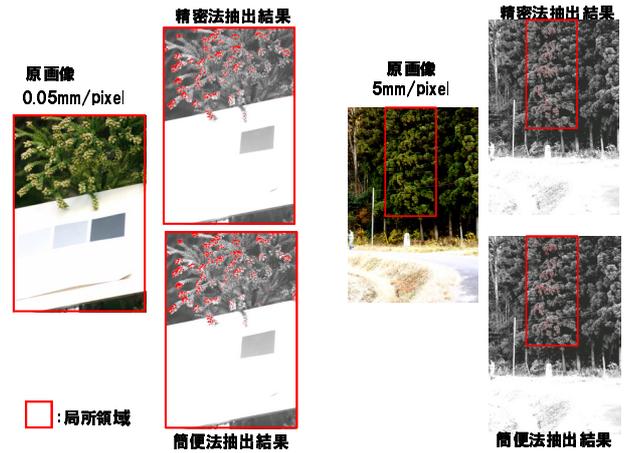


図3 A 地点スギ 抽出結果

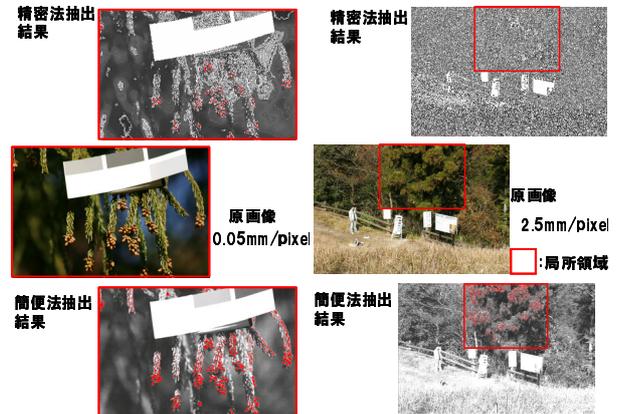


図4 B 地点スギ 抽出結果

A 地点と B 地点の 0.05mm/pixel 分解能画像の抽出結果を比較すると、B 地点のスギで精密法と簡便法の抽出結果に違いが見られた。簡便法の抽出結果ではスギの葉部分を雄花として誤抽出していた。B 地点のスギの葉は Yellowness 指標値が雄花同様に高いためだと考えられる。冒頭にも述べたが、これは時期によってスギの葉色が深緑色から赤緑色に変色し、雄花と葉の見分けが付きにくいことに起因していると考えられる。このことから、精密法と簡便法は、葉が深緑色である A 地点のスギ雄花抽出に有効であると考えられる。また、葉の色状態が赤く変化した B 地点のスギに対しては精密法での雄花抽出が有効であると考えられる。

5. 検証

5.1 従来調査の専門家による抽出結果の評価

従来調査の専門家である埼玉県農林総合研究センターの専門研究員である池田和弘氏に精密法による雄花抽出結果の評価を頂いた。雄花が目視可能な分解能の画像に対して、抽出結果がどの程度合致しているかを評価していただいた。池田氏による評価で画像内に存在する雄花と、抽出結果の雄花が一致しているとの評価を頂いた。

5.2 抽出結果の精度検証

検証方法は A 地点スギ、B 地点スギ、共に分解能 0.05mm/pixel 画像内の雄花個数と、抽出した雄花個数を目視判読し、その合致率を算出し精度検証を行った。抽出結果の精度検証結果を表 1 に示す。

表 3 抽出結果の精度検証結果

	雄花個数	抽出した雄花個数	合致率
A地点スギ	462	396	86%
B地点スギ	122	109	89%

検証の結果 A 地点と B 地点のスギで合致率 86%、89%を得た。

6. 精密法の地上調査への実利用への検討

直径 5mm、短径 2mm の雄花 1 粒がミクセル状態でない 0.15mm/pixel 分解能の画像から、分解能を 4 段階に変化させた画像を作製した。作製した画像から精密法による雄花抽出を行い、地上調査での実利用の検討を行った。原画像から画像分解能を 15mm/pixel、30mm/pixel、60mm/pixel、90mm/pixel に変化させた。図 6 に変化させた画像の画素スケールと雄花スケールを比較した概念図、また本研究で使用した Eos-kiss Digital X の焦点距離 18mm の場合の撮影距離相当値を示す。図 7 に変化させた画像分解能の、画素サイズに対する雄花 1 粒当りの大きさの割合を示す。図 8 に抽出結果を示す。図中の左側に原画像、右側が抽出結果である。図中の①は画像分解能を表し、②が本研究で使用したデジタルカメラの焦点距離 18mm の場合の撮影距離相当値を示している。抽出結果の赤色箇所が抽出された雄花領域である。

①画像分解能 (mm/pixel) ②撮影距離 (m)	原画像	抽出結果
①0.15 ②0.5		
①15 ②80		
①30 ②100		
①60 ②200		
①90 ②300		

図 7 抽出結果

抽出結果より、精密法では 60mm/pixel 分解能の画像から雄花抽出が可能であった。60mm/pixel 分解能は本研究で使用したデジタルカメラ焦点距離 18mm の場合では撮影距離は 200m に相当する。このことから精密法の地上調査への実利用が示唆される。しかし、90mm/pixel 分解能画像では雄花が抽出されなかった。これは、精密法の雄花探索の初期条件から雄花がないと判断されたためである。しかし、実際には画像内に雄花が存在していることから、初期条件の見直しの検討が考えられる。

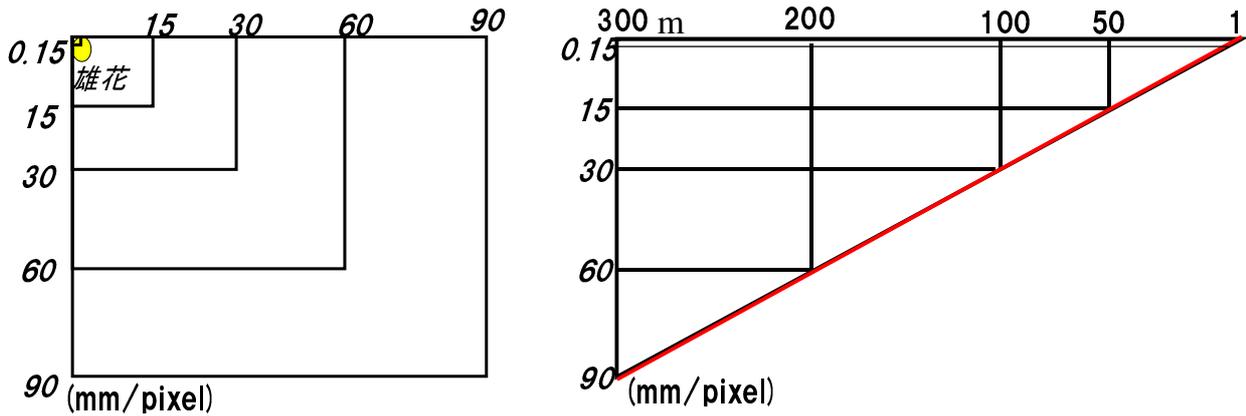


図6 変化させた画像の画素スケールと雄花スケールの比較図（左）と、本研究で使用したデジタルカメラの焦点距離 18mm の場合の撮影距離相当値（右）

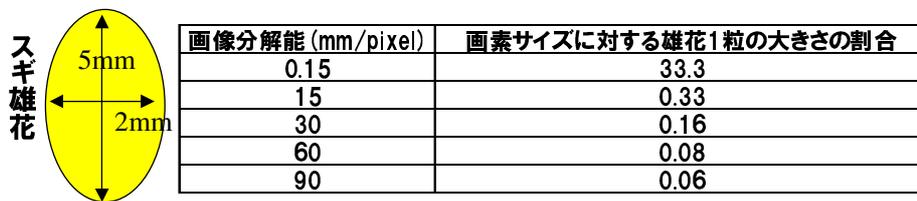


図7 変化させた画像分解能の画素サイズに対する雄花1粒当りの大きさの割合

7. 結論

本研究ではスギ林構成要素の3カテゴリーからしぼり込みを行う精密法の開発を行った。また、雄花単一の黄色特徴量を抽出する簡便法の開発を行った。

精密法の地上調査への実利用への検討から、精密法の地上調査への実利用が示唆される。しかし、90mm/pixel 分解能画像では雄花が抽出されなかった。これは、精密法の雄花探索の初期条件から雄花がないと判断されたためである。しかし、実際には画像内には雄花が存在していることから、初期条件の見直しの検討が考えられる。

今後は、閾値の普遍的な抽出手法の開発や、航空画像からの雄花領域抽出を目的とした画素内推定を考慮したアルゴリズム開発が考えられる。また、スギの葉と雄花は、時期によって色に変色するため、画像からの雄花抽出に最適な撮影時期の検討が考えられる。

参考文献

- (1) 河室公康・伊藤宏樹・清野嘉之：ラジコンヘリ低空空撮によるスギ林の雄花着生状況の判別 森林航測 199号 A p16-20 (2003)
- (2) 千葉県農林水産技術会議指導資料：スギ花粉生産量調査マニュアル (2005)
- (3) 林野庁：平成 15 年度 花粉生産予測情報調査事業報告書 (2004)
- (4) 林野庁：平成 16 年度 花粉生産予測情報調査事業報告書 (2005)
- (5) 林野庁：平成 17 年度 花粉生産予測情報調査事業報告書 (2006)