

(学術資料)

## 航空写真を用いた来シーズンのスギ花粉総飛散数の予測手法

高橋 裕一<sup>1)</sup>・川島 茂人<sup>2)</sup>・中北 理<sup>3)</sup><sup>1)</sup> 山形県衛生研究所疫学情報室 〒990-0031 山形市十日町1-6-6<sup>2)</sup> 農水省農業環境技術研究所大気生態研究室 〒305-0856 茨城県つくば市観音市3-1-1<sup>3)</sup> 農水省林野庁森林総合研究所遠隔探査研究室 〒305-8687 茨城県稲敷郡茎崎町松の里1  
(1999年9月16日 受理)A Prediction Method for the Total Pollen Counts of *Cryptomeria japonica*  
Based on Image Analysis from Aerial PhotographYuichi TAKAHASHI<sup>1)</sup>, Shigeto KAWASHIMA<sup>2)</sup> and Osamu NAKAKITA<sup>3)</sup><sup>1)</sup> Yamagata Prefectural Institute of Public Health,  
Tohkamachi 1-6-6, Yamagata, 990-0031 Japan<sup>2)</sup> National Institute of Agro-Environmental Sciences,  
Kannondai 3-1-1, Tsukuba, 305-0856 Japan<sup>3)</sup> Forestry and Forest Products Research Institute,  
Matsunosato 1, Kukizaki-cho, Inashiki, Ibaraki, 305-8687 Japan

To predict the total pollen counts of *Cryptomeria japonica* in the coming spring, aerial photographs of *C. japonica* trees were taken from an airplane. The aerial photographs were converted to the digital image data using an image scanner. The obtained image was classified into 100 clusters with unsupervised classification and several clusters were considered as the male flower buds. The results were checked by the actual ground truth. The amounts of the male flower buds were estimated from the areas of the clusters which were identified as male flower buds. This method is useful for predicting the total pollen counts of *C. japonica* in the coming spring.

Key words : 画像処理, 航空写真, スギ花粉, 総飛散数

## はじめに

スギ花粉の総飛散数は年ごとに大きく異なる。大飛散が予測される年は患者、治療にたずさわる医師や製薬メーカーはシーズン前から大飛散に備えた準備を始めねばならないため、社会や経済に与える影響は非常

に大きいといえる。近年、夏期気温の年次差を利用して来シーズンのスギ花粉の飛散予測をする方法を開発したが<sup>(1)</sup>、これとは別に、晩秋におけるスギ雄花の付き具合を目視により調査し、同一樹木の過去の傾向と比較することで来シーズンの予測をする方法を提案した<sup>(2,3)</sup>。この方法は、予測精度はほどほどであっ

たがスギ林に向いて雄花を直接観察するため、その労力と目視判定する人の主観が入るといった難点があった。そこで、より効果的に情報を収集し、かつ客観性のある計測手法の開発を目的とし、低高度からの航空写真を撮影し、それをパソコンによる画像処理で計量化する手法を検討した。

## 材料と方法

### 1. カメラ及び航空写真

使用したカメラは、フジックスデジタルカメラ DS-515A とアサヒペンタックス 67 カメラの 2 種類である。航空写真はセスナ 172 型により地上約 600m から

200mm 望遠レンズを取り付けたアサヒペンタックス 67 カメラを用いて 6 × 7 版フィルム (KODAK PRN-26329) で撮影した。画像処理に適切な写真を選択し四つ切り写真とした。対象とした写真はイメージスキャナー (Epson GT-5500 WINP) でデジタル画像に変換し TIFF 形式のファイルとした。また 300mm の望遠レンズ (AF-Inikkor ED300 / 2.8DIF) を取り付けたデジタルカメラでも航空写真を撮影した。デジタルカメラでは JPEG 形式のファイルが得られるので TIFF 形式のファイルに変換して保存した。

撮影は 1998 年 3 月 6 日の 10 時から 12 時および 1998 年 12 月 18 日の 9 時 45 分から 11 時 45 分の 2 回行った。

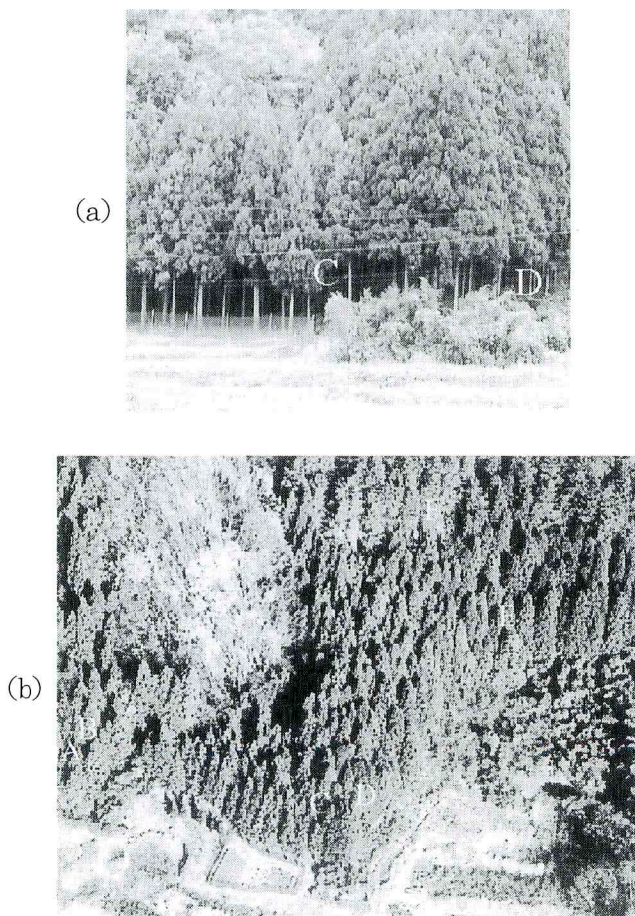


Fig. 1 An example of sketched male flower buds on a picture from a digital camera (a) and image processed aerial photograph taken from an airplane (b). Trees with male flower buds are noted capital letters (A to F).

Table 1. Number of trees with or without male flower buds and percentage of trees with male flower buds.

year	point name	male flower			
		+	-	total	%
99	c4	7	38	45	15.6
	b3	4	76	80	5.0
	d6	6	66	72	8.3
	i10	10	61	71	14.1
	total	27	241	268	10.1
98	b3	3	59	62	4.8
	b3 di*	2	43	45	4.4

b3 di\* : aerial photograph from digital camera  
Fujix DS-515A

## 2. 画像処理

画像処理のソフトウェアとしてはErdas社のErdas Imagine, Adobe社のAdobe Photoshop等を用いた。画像計測ソフトにはWinroof(三谷商事)を用いた。TIFFファイルとして保存した画像は画像処理ソフトで処理できるようファイル形式をimg形式の画像ファイルに変換した後に次のような分類処理を行った。使用可能な航空写真が得られたら、現地にて雄花がたくさん付いているスギを探し、そのスギをデジタルカメラにおさめ、得られた写真に雄花の位置を書き込んだ。航空写真の画像は教師をとりにくいので教師なし分類法で機械的に分類した。その際繰返しは6回行い、100のクラスターに分類した。航空写真画像に分類画像を重ね、雄花の位置を書き込んだデジタルカメラ画像を参考にしながら、雄花に対応するクラスターを選び出した。選んだ10個前後のクラスターをひとまとめにして雄花とした。

## 結 果

### 1) 画像取得時期

1994年の10月から1999年8月まで種々のスギの画像を撮影し画像の取得に適した時期を調べたところ、葉が緑色で雄花が黄褐色に色づく時期である11月から12月が適している事がわかった。11月以前の画像では雄花は葉と同様に緑色をしており識別が難しかった。1月以降になると葉が赤緑色化してきて雄花との識別が困難となった。

### 2) スギ雄花の分類

高度600mからの航空写真でスギの雄花を分類する

ことができた。デジタルカメラの画像でも6×7版フィルムの写真をスキャナーで取り込んだ画像でも分類処理に適するものが得られたが、ここでは撮影者が撮りなれている6×7版フィルムの写真を主に使用した。航空写真は1998年には10地点で10枚、1999年には8地点で40枚得られた。このうち1998年3月6日の2枚(1枚はデジタルカメラ)と12月18日の4枚が鮮明でスギ雄花の分類に最適であった。これらの航空写真について写っているスギで観察しやすく、雄花がたくさん付いた木を選び、現地に行ってその木を中心にデジタルカメラにおさめた。その木の雄花の位置を詳細にスケッチした一例をFig. 1(a)に示した。Fig. 1(a)で明るい灰色のピクセルが雄花に相当する。航空写真を教師なし分類しFig. 1(a)の雄花に対応するクラスター6個を明るい灰色に染めたものが、Fig. 1(b)である。図でA~Eの文字が付ったある木は現地にて目視分類した結果“雄花あり”に分類された木である。森林の内部の木は目視分類できなかったが、航空写真では分類することが可能であった。Fig. 1(b)でFの文字を付けた木は“雄花あり”のスギの木である。この図、全体では72の樹木のうち6本が“雄花あり”で、雄花率8.3%であった(Table 1のd6)。

### 3) スギ雄花量の計量化法の検討

画像上でスギの木あたりに占める雄花の割合を求めようと考えた。Erdas Imagineで分類後の画像からPhotoshopで一本のスギが入るように画像を切り取り、画像計測ソフトWinroofでスギ当たりの雄花芽の割合を求めた。この方法で比較的正確に雄花率を求めることができたが、一本のスギの木ごとの雄花率

を求めることは予想以上に手間がかかり実用的ではなかった。そこで分類処理後の航空写真を用いスギのまごとの雄花の付き具合を目視分類することにした。

“雄花あり(+)”と“雄花なし(-)”に分類するための基準画像を作り、それと比較しながら+と-に分類した。その結果をTable 1に示した。従来行ってきた目視分類では+++、++、+、-の4段階に分類していたが、今回は従来の+++、++を“雄花あり”、+、-を“雄花なし”とした。過去の目視分類で“雄花あり”に分類されたスギの割合は大飛散年では50%前後(1985年-58.6%, 1988年-55.3%, 1990年-60.4%)で、平年飛散年で10~30%、小飛散年は1%以下であった<sup>(4)</sup>。1998年及び1999年はスギ花粉の総飛散数が平年値の3~5割の年であったが、これらの年では5~10%の値が得られた。

## 考 察

毎年、同一地点で得られた航空写真をイメージスキャナーを用いてパソコンに取り込み、画像処理ソフトで分類することでスギ雄花の付き具合を計量化できると考える。山形市周辺の山地は急峻なためセスナは600mより低空を飛行することができなかった。今回の検討から来シーズンのスギ花粉の総飛散数予測には高度600mからの画像が使用可能なことがわかった。雄花量を計量化する試みとして、我々はまず各スギの雄花率(%)を求めることを考えた。それは画像分類・編集・計測ソフトを組み合わせれば可能であったが、平均的な付き具合を調べるのに必要なスギ(可能であれば100本以上のスギ)を処理するには手間がかかりすぎた。そこで従来法との折衷案として、航空写真からスギ雄花を分類した後に、従来法と同様に目視分類しスギの雄花率(%)を求めることにした。“雄花あり”と“雄花なし”の基準画像を作りそれをもとに2段階に分類すると個人差が少なかった。+と-を判定する基準に使用するスギ画像をしっかりと決めておけば、初心者でも可能と考えられた。今回求めた1998年、1999年はいずれも平年飛散年で、従来法ではスギ雄花率(%)はいずれの年も約5%であった。1998年の12月に得られた航空写真の値(Table 1)は従来の目視法と比較的良く一致していた。航空写真を得るには一回の飛行に約15万の費用がかかるが、条件の良い日に1回の飛行で来シーズンのスギ花粉の総飛

散数を予測できるため省力化になると考えられる。今回の方法は熟練を要しない点でも実用化の可能性がある。

スギ花粉の総飛散数はスギの雄花量だけでなくスギ花粉飛散期の気象にも影響するため<sup>(5)</sup>飛散シーズン前に総飛散数を詳細に予測することは不可能で、せいぜい、大飛散、平年飛散、小飛散に分けた予測が可能と考える。今回開発した予測法は過去の総飛散数のデータと過去のスギ雄花率(%)から関係式を導き、それをもとに来シーズンを予測するものであるが、我々が従来、スギ雄花の付き具合を目視しスギ雄花率(%)を算出してきたデータをそのまま転用できるため、今後のデータの蓄積を待たず来シーズンの予測ができる。過去の総飛散数のデータがあればこの方法は他の地域でも利用できるものとする。

## 謝 辞

本研究は科学技術庁の「スギ花粉症克服のための総合研究」の一部として行われた。航空写真撮影に際しては北日本航空株式会社の丸山博之氏の、また画像処理及び論文作成は当研究所の結城留美、江口瑠美子両氏の協力を得た。

## 文 献

- (1) 高橋裕一, 川島茂人: 夏期気温の年次差を利用したスギ花粉の新予測方法. アレルギー 48 (11), 印刷中 (1999).
- (2) 高橋裕一: 雄花着生量の観測に基づく来シーズンの空中スギ花粉総飛散数の推定. 日本花粉学会会誌 38, 172-174 (1992).
- (3) 佐橋紀男, 高橋裕一, 村山貢司: 第8章スギ花粉の総飛散数の予測方法(スギ花粉のすべて). メディカル・ジャーナル社. 東京, pp.63-70 (1995).
- (4) 高橋裕一, 川島茂人, 相川勝悟: 空中スギ花粉濃度に及ぼす地球温暖化の影響 — 山形市とその周辺地域で得られた予測結果. アレルギー 45, 1270-1276 (1996).
- (5) 小笠原寛, 吉村史郎, 後藤 操, 粟花落昌和, 藤谷哲造, 中原 聡: スギ花粉飛散期の異常気象による飛散数の増減. アレルギー 48, 691-699 (1999).