

画像解析を用いた花粉の幾何学的な特徴からの 同定に関する基礎的研究

第四講座 梅本 敬史

1. 本研究の背景と目的

現代病、文明病といわれるアレルギー疾患の中でも、花粉症は近年著しく増え、今や日本人の十人に一人は花粉症であると言える。日本で最も多いのが「スギ花粉症」で、花粉症の代名詞のようにになっているが、花粉症の原因は多様で、スギ以外にも様々な木や草の花粉が引き起こす花粉症がある。スギ花粉の飛ぶ春先に限らず、夏や秋にも花粉症は起こる。また、特定の地域に起こりやすい花粉症も見受けられる。

花粉症対策として、花粉の飛散量や時期を予測する花粉情報が、重要とされている。花粉情報は、地域ごとに花粉を採取し、計測したものをもとにして出されている。花粉観測は医療関係や地方自治体を中心となって行っている。

現在花粉の計測は、人間が顕微鏡を用いて一つずつ花粉の種類を同定し、数を測定している。これは花粉を熟知した熟練者が行うが、かなりの負担を強いられる。

そこで我々は、収集された花粉に対して画像解析を用いて、幾何学的な特徴から花粉を識別することを試みた。そして、最終的には花粉を計測してから花粉の同定までの自動化を目標とした。

本研究では、画像解析を用いて今回集められたスギ、コナラ、ハンノキ、イヌマキの幾何学的特徴を求めてこれらの花粉の分類を行った。

2. 本研究で用いた花粉

本研究で用いた、スギ・コナラ・ハンノキ・イヌマキの簡単な説明をする。これらは時期的にも地域的にも重なっているため、この四つを選んだ。

・スギ（スギ科スギ属）

本州・四国・九州に分布するスギ科の針葉樹で、樹皮は赤褐色で幹は直立し、枝や葉が密に茂る。このため樹形は楕円状錘形になり、高さは0~40mに及ぶ。雌雄同株で、花は2~4月に開花する。鎌状針葉をした葉がらせん状についた枝先に尾花がつく。雄花は長さ0.5~0.7cm、米粒状をした雄花は開花直前に淡黄色となり、風により無数の黄色い花粉を飛散させる。

・ハンノキ（カバノキ科ハンノキ属）

北海道から沖縄まで広く分布する。ハンノキはシラカバと同じカバノキ科に属する植物であり、共通の抗原を有することから、シラカバ花粉症でも症状が出る人がいる。

・コナラ（ブナ科コナラ属）

北海道から九州に広く分布しており、高い壮大な落葉樹で、太く頑丈な枝が広がっている。晩春から初夏に開花する。アメリカ北東部で自生しており、合衆国の大部分で花粉が問題になっている。

・イヌマキ（マキ科マキ属）

本州南部（伊豆以南）・四国・九州に分布する常緑高木。5月・6月位から開花する。滴湿地を好んで自生している。

3. 計測方法

計測方法としては、次のような装置を用いた。まず、カラーCCDカメラで、顕微鏡で写したものをテレビモニターで写しだした。このとき、カラーCCDカメラによりR（赤）、G（緑）、B（青）に色分解した電気信号に変換し、画像処理装置（ひまわり）でデジタル画像として入力した。今回用いた画像処理装置は画素数が512*512pix、輝度値が0-255の256階調である。次に花粉を計測するに当たって、顕微鏡で観測するために、花粉を染色した。染色にはCalberla液を用いた。Calberla液の組成は以下の通りである。

Calberla 液

グリセリン	5ml
95%アルコール	10ml
飽和フクシン酸	2 滴
蒸留水	15ml

4. 花粉の幾何学的な特徴

花粉を自動的に同定するために、顕微鏡で観測した(20倍)画像を取り込み、画像処理をして、それを幾何学的な特徴により判断した。画像処理の方法としては、取り込んだカラー画像をR、G、Bのそれぞれ抽出する範囲を定めた。このとき花粉のみを抽出したいため、あらかじめその花粉の輝度値を知っておく必要がある。ここでは、花粉を色で抽出すると、始め花粉は白で、抽出されないところつまり背景は黒で表される。つまり、黒と白の二値画像になる。次にそれを反

転させる。そうすると花粉は黒（輝度値は 0）、背景は白（輝度値は 255）となる。次に花粉以外のノイズを取り除いておく。そして、二値化された花粉に白い部分があれば、穴埋めをしておく。また、二値化された画像にスムージングをかけるために、縮退、拡大を繰り返す。

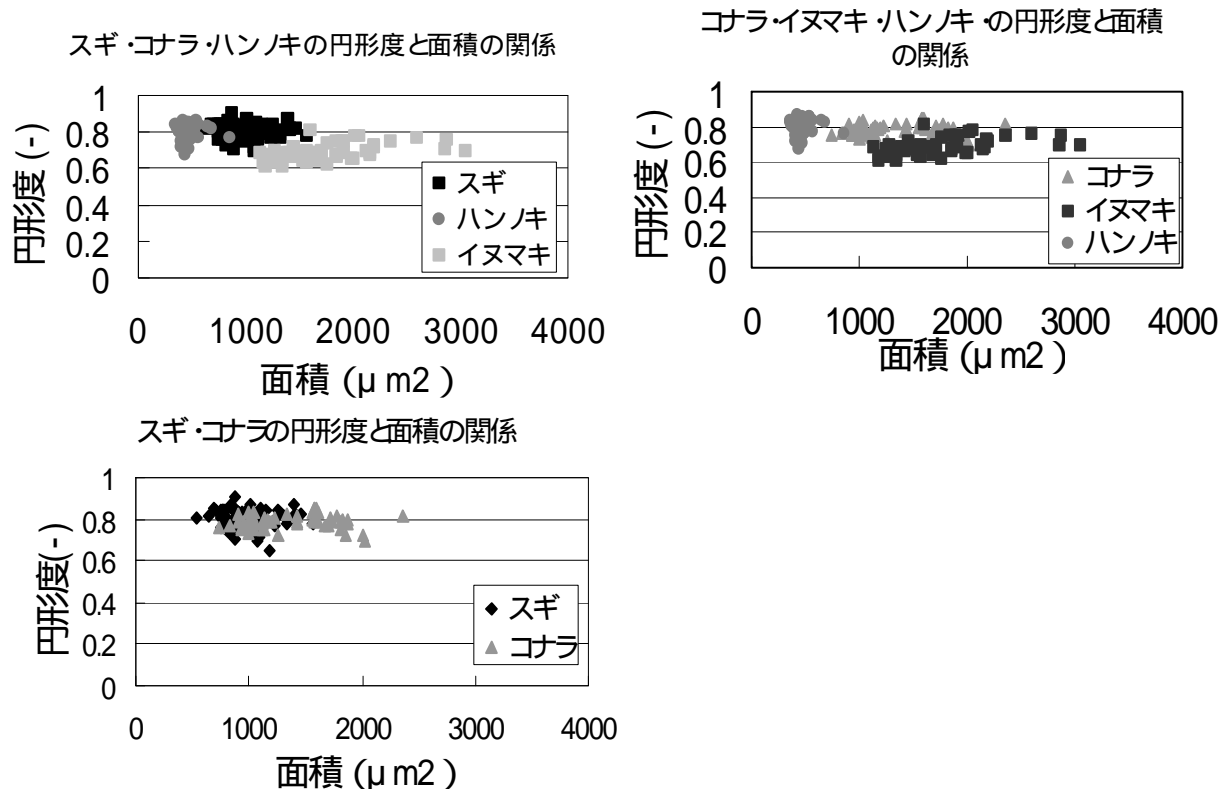
そして幾何学的な特徴を知るために画像に映された花粉の周囲の座標を知っておく必要がある。花粉の周囲の座標が分かっているならば、重心の座標、重心から各周囲点までの距離、周囲長、面積などが分かる。この周囲点追跡および、その他距離・周囲長・面積を求めるプログラムを FORTRAN で作成し、花粉の幾何学的な特徴から花粉を同定する。今回は花粉の大きさを求める指標として面積、花粉の形態を求める指標として円形度を用いた。ここで、円形度は下の式のように表される。

$$C = \frac{4pA}{L^2} \quad (0 < C \leq 1)$$

ここで、A は面積、L は周囲長である。C は円らしさの指標であり、円形の場合は 1 となる。

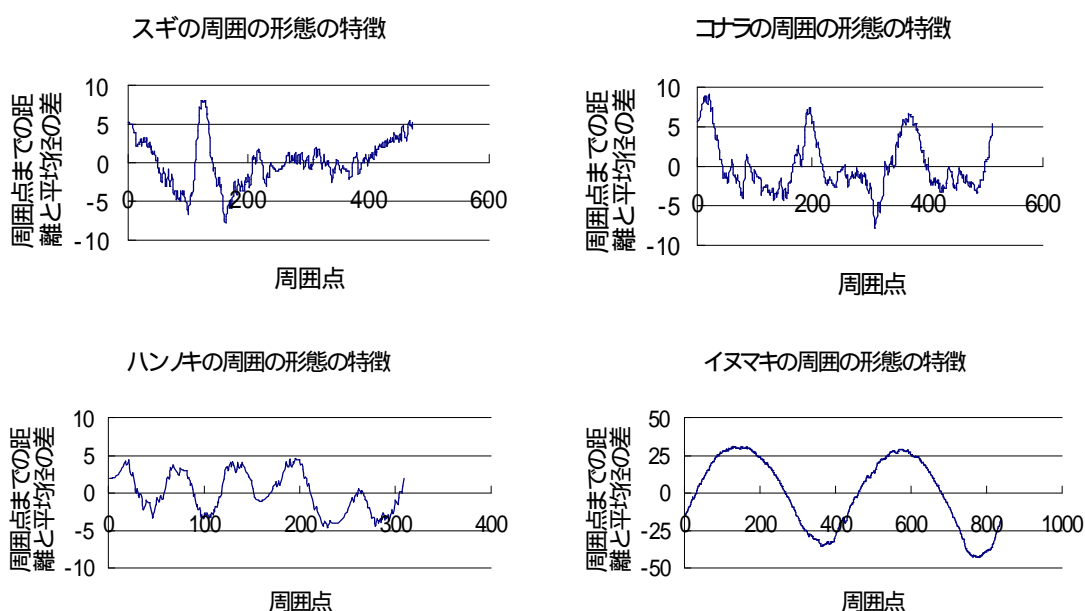
5. 計測結果

今回用いたスギ・コナラ・ハンノキ・イヌマキについて、大きさの点から面積、形態の点から円形度を求め、この関係を以下に示す。



6. 結果の考察とこれからの展望

花粉の分布をみるとスギ・イヌマキ・ハンノキの分布（図 5-1）と、コナラ・ハンノキ・イヌマキの分布（図 5-2）はそれぞれ大きさ（面積）が異なり、形態（円形度）も異なっているので、ある程度分別出来たように思われる。しかしながら、スギ・コナラの分布（図 5-3）に関して言えば、大きさ、形態が似ており、分布の範囲が重なっているのので、分別できたとはいえないであろう。これを分別するには円形度だけでなく、他の幾何学的な特徴も考えなければいけない。ここで、花粉の重心から各周囲点までの距離と平均径の差を縦軸、そのときの周囲の点横軸としてグラフで表した。これらから周囲の形態の特徴が分かったが、これについては現在解析中であり、今後も検討していく。



そしてまた、幾何学的特徴による分別だけではなく、今回はできなかったが、染色した色の分布での特徴から、花粉を分別することも必要になるであろう。今後は幾何学的特徴、色的な特徴から花粉の分別の精度を増していきたいと思う。また、最終的な目的は画像を取り込んでから自動的に花粉の種類を同定することであるため、早急に研究を進めていきたいと思う。