

# 花粉の飛散挙動の数値シミュレーション

中根 一朗 (神奈川県立 工学部 機械工学科)

## 1. 目的

都市部においては、高い路面舗装率、高層ビルの乱立とビル風、ヒートアイランド化により発生する再循環型の熱対流と言った特有の条件により、花粉の停留的な再循環が引き起こされ、花粉の二次飛散量が増えるという見解がある。

しかしながら、このような花粉の停留的な再循環や二次飛散のメカニズムに関しては、未だ検証されていない。そこで本研究では、これらのメカニズムを明らかにすることが花粉症問題の解決にあたり有益であるとの観点に立ち、まず手始めとして、単純な流れ場における花粉の飛散挙動の検討を行った。

## 2. 実験装置および方法

本研究では、計測が容易で流れ場に関する情報が豊富にあることから、流れ場を二次元平板上の固気混相流としてモデル化した。実験装置の概略を図1に示す。

計測に際しては、気流中の供試粒子の挙動を定量的に測定する必要があることから、可視化計測(流跡線解析、PTV)を行った。また、供試粒子としては、花粉の代替品として広く使用されている石松子(平均粒径 $30\mu\text{m}$ 、比重1.05)を用いた。

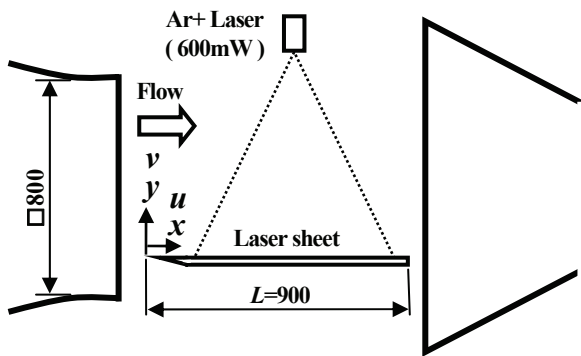


図1 実験装置概略図

## 3. 数値計算手法

流れ場の支配方程式としては、連続の式、ナビエ・ストークス方程式、Jones & Launderの低Re型 $k-\epsilon$ モデルを用いた。

一方、供試粒子の運動に関しては、球形である、分子間の衝突や流れに与える影響は無視できる、作用する外力は気流による抗力だけである等の仮定により支配方程式を誘導した。

なお、これらの支配方程式は、有限差分法により離散化され、SOR法により解かれている。

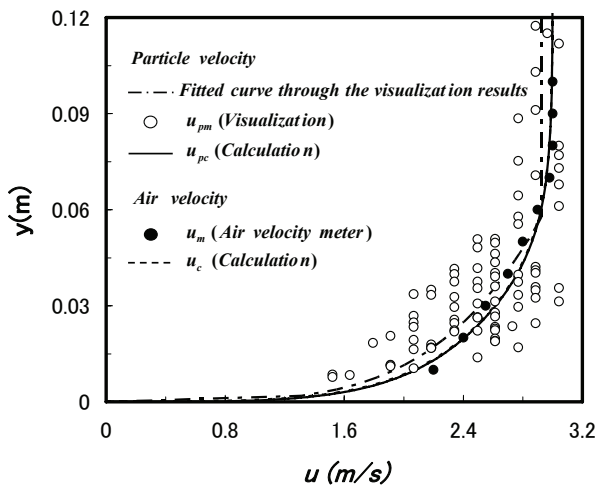
## 4. 結果および考察

測定ならびに計算された粒子と気流の速度分布を図2に示す。同図は、主流速 $U_0=3\text{m/s}$ 、 $x=0.6\text{m}$ の結果である。

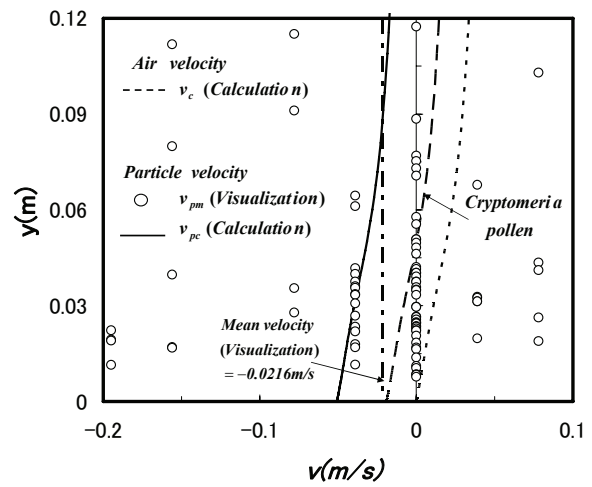
同図より明らかなように、白丸の測定結果の粒子速度は相当にばらついており、特にy方向の粒子速度 $v_{pm}$ において顕著である。これは、供試粒子の形状が完全な球形ではなく、加えて、粒径にも弱冠の不揃いがあるため、気流から受ける粒子の抗力や揚力に個体差があり、しかも同一の粒子であっても、風を受ける向きによって抗力や揚力が異なるためと考えられる。

しかしながら、x方向速度 $u$ においては、測定された粒子速度の平均値(一点鎖線)と数値計算により得られた粒子速度 $u_{pc}$ 、ならびに、流速計により計測された気流速度 $u_m$ と数値計算により得られた気流速度 $u_c$ は、それぞれが良く一致している。さらに、ばらつきの大きなy方向の粒子速度 $v_{pm}$ においても、その平均値は $-0.0216\text{m/s}$ であり、数値計算により得られた速度 $v_{pc}$ の平均的な値となっている。つまり、供試粒子の飛散に関しては、本研究で用いた数値計算手法により予測が可能であると考えられる。

そこで、同条件で、供試粒子に比べて比重の小さいスギ花粉(粒径 $30\mu\text{m}$ 程度、比重0.7程度)の場合を計算し、その結果を図3(b)に破線で示した。同図より明らかなように、 $v_c$ が $0.02\text{m/s}$ 程度以上において、スギ花粉のy方向速度は正となっている。従って、僅かな風であっても、スギ花粉は風に乗り飛散することが予測される。



(a) x方向速度



(b) y方向速度

図2 計算ならびに計測された粒子と気流の速度分布