

PIV による噴煙自動観測映像を用いた流速算出の精度向上

飯野直子¹，加藤孝明²，福原稔²，片野田洋²，木下紀正²，金柿主税^{2,3}

¹ 熊本大学 ² 鹿児島大学 ³ 熊本県甲佐中学校

1. はじめに

桜島昭和火口では 2009 年 2 月 1 日に約半年ぶりに爆発的噴火が発生した。翌日の浅間山の小規模噴火では東京都心でも降灰が確認され，両火山の火山活動の活発化が報道された。世界の活火山の約 10% を有し，離島火山も多く抱えるわが国にとって，活発に活動する火山から放出される高温型火山ガスや火山灰煙による災害を防止するための監視や研究は重要である。

離島火山から放出される SO₂ の遠隔自動観測法の開発を最終目標として，火山ガスの放出量を算出する際に必要となる風速情報を，連続自動観測した噴煙映像より粒子画像速度計測法 (PIV) と平面投影プログラムを用いて算出する方法を考案した[1]。ここでは，噴煙流速算出の精度向上を目的として，PIV 計測における過誤ベクトルの発生を抑制する方法を検討した結果を報告する。

2. 解析方法

Windows パソコンに USB カメラを接続したシステムを鹿児島県垂水市役所 (31.5N, 130.7E) に設置し，30 秒ごとに桜島噴煙の可視画像 (BMP ファイル) を記録した。PIV 解析はライブラリー社の流体画像解析ソフト「Flow-vec32」を用いた。可視画像はソフトウェアによって自動的にグレースケール画像に変換され，解析者によって設定された追跡パラメータに基づいて，画像に示される濃度むらパターンを時間的に追跡する方法によって流れのベクトル解析が行われる。

これまでの研究より，過誤ベクトルは主に空と噴煙の区別がつきにくい部分，すなわち，薄い噴煙の場合や噴煙の縁付近に多く発生することがわかっている[2]。そこで，計測対象物である噴煙と背景の空との輝度差に注目して過誤ベクトルの発生を抑制する方法を検討する。簡便さと客観性の観点より，グレースケール画像のコントラスト強調処理ではなく，可視画像を R,G,B のそれぞれ 8 ビット濃淡画像に分解した分光画像を利用する。分光画像への変換はリモートセンシング用解析・可視化ソフト「ENVI」を用いて行った。

3. 結果と考察

2006 年 11 月 4 日 13:59:35 に撮影された可視画像をグレースケール変換した画像(a)，R 画像(b)，G 画像(c)，B 画像(d)を図 1 に示す。赤の光は，緑や青よりも波長が長いので，散乱が少ない。したがって，R 画像では他の 3 枚の画像に比べて明らかに空の輝度が低く，噴煙とのコントラストが大きく，噴煙の輪郭が明瞭である。

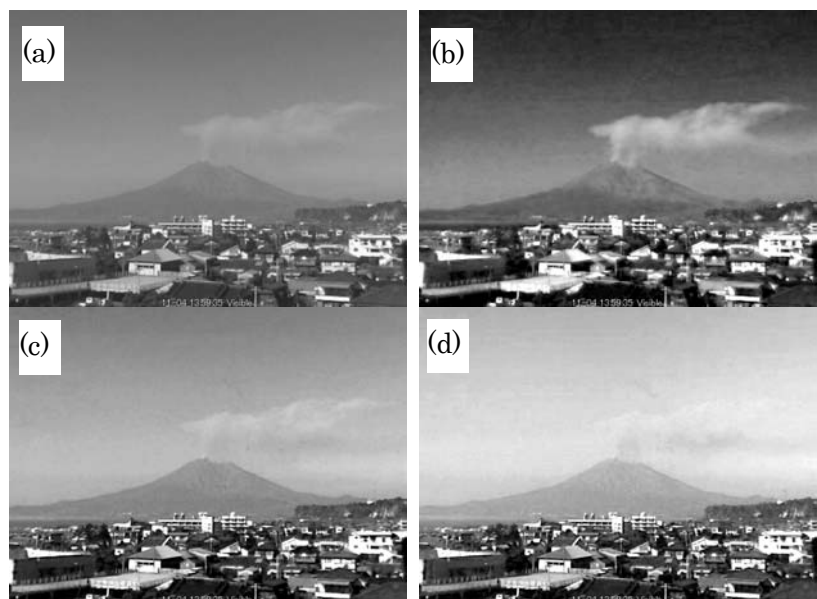


図 1 2006 年 11 月 4 日の桜島噴煙画像

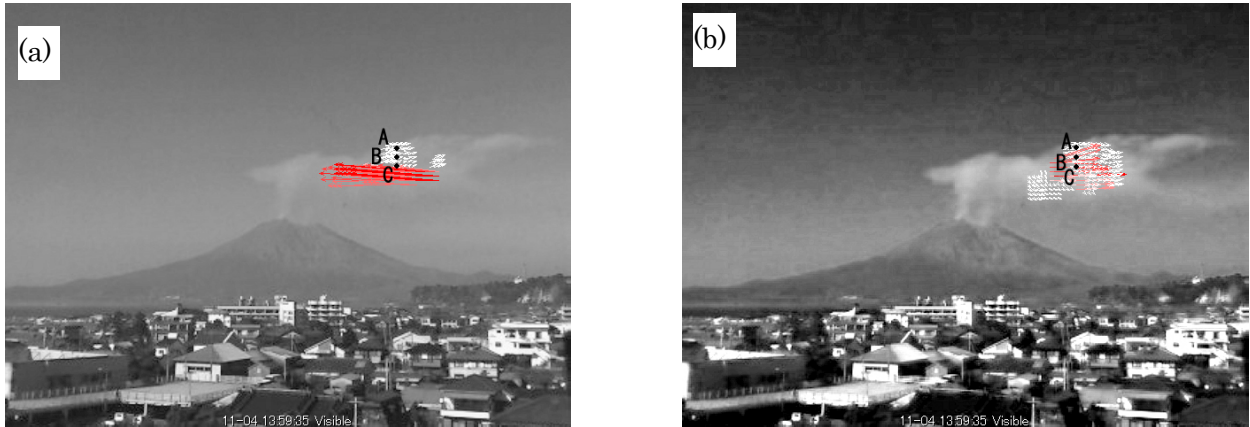


図2 2006年11月4日のPIV計測結果 (a)可視画像 (b)R画像

2006年11月4日13時58分35秒～13時59分35秒に撮影された可視画像のグレースケール化画像（以後、可視画像とよぶ）とR画像を用いてPIV計測を行った結果を図2(a)と(b)に示す。PIV計測のパラメータは以下の通りである。輝度むらパターンを捉える基準サイズ21ピクセル（約290m）と計測点の移動を探索する追跡サイズ201ピクセル（約2760m）は共通である。計測対象輝度範囲と平均輝度下限を、それぞれ可視画像は160～255と160、R画像は170～255と180と設定した。なお、パラメータは試行錯誤によって最適条件を決定した。

図2(a)の可視画像のPIV計測結果では噴煙の流れとは逆むき（左向き）の大きな過誤ベクトルが多数発生しているのに対して、図2(b)のR画像のPIV計測結果では過誤ベクトルの発生が抑えられていることがわかる。図中に示す同一座標のA,B,C点における流速は、可視画像では1.8～4.1 m/s、R画像では2.1～4.3 m/sと概ね等しく、9時の鹿児島島上空1509 mの高層風の風速3 m/sともよく対応している。

紙面の都合上、詳細は記さないが、2006年11月4日以外の噴煙映像について解析した結果を簡単に述べる。2007年10月29日12:50:30～12:51:30の爆発噴煙の画像を用いて同様な解析を行った。灰煙であるため噴煙の輝度が低く、可視画像では噴煙と空との輝度差が小さい噴煙縁において過誤ベクトルが発生したが、R画像では空の輝度値が噴煙に比べて十分に低く、過誤ベクトルは発生しなかった。一方、2007年11月20日と23日は雲のない快晴であり、噴煙は白くて十分に濃い、すなわち輝度が高く空とのコントラストが十分にあった。この両日については、可視画像を用いたPIV計測においても過誤ベクトルは発生しなかった。なお、これら3つの事例についても、噴煙の流速は高層風の風速と概ね一致する結果が得られた。

4. おわりに

噴煙映像を用いたPIV計測において過誤ベクトルを抑制するためには、計測対象と背景のコントラストを十分にとる必要がある。R画像は可視画像のグレースケール変換画像に比べて噴煙の濃さや色の影響を受けにくく、過誤ベクトルの発生を抑制できる。

謝辞

噴煙観測システムの設置に便宜を図っていただきました鹿児島県の垂水市役所に深く感謝いたします。本研究は文部科学省科学研究補助金若手(B)18710152から助成をうけました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

[1]川越・飯野・福原・片野田・木下・金柿, 桜島噴煙映像を用いた風向・風速算出の試み, 2006年度日本気象学会九州支部発表会要旨集, pp. 17-18, 2007 [2]川越知明, PIVによる連続自動噴煙映像を用いた風向風速の算出, 平成18年度鹿児島大学工学部機械工学科卒業論文, 2007