

まつぼり風に対するカルデラ地形の力学効果

浅野 裕樹¹, 日下 博幸²

(¹ 筑波大学 生命環境科学研究科, ² 筑波大学 計算科学研究センター)

1. 序論

大気が安定成層であるとき、風が山脈にぶつかると、流れが変形されて2種類の強風が生じる。1つはおろし風で、もう1つはGap windである。おろし風では山を越えた流れが風下側の斜面で強風となる。Gap windでは山の谷間を吹き抜けた流れが谷の中や出口付近で強風となる。

近年では、局地風について、山脈の鞍部や流れに平行な谷など、小スケールで3次元的な地形の効果に着目した研究が盛んに行われている。例えば Gohm et al. (2008) は、低気圧接近時に発生しアドリア海上を吹走した Bora について、飛行機観測および RAMS (気象モデル) と SWM (浅水流モデル) を用いた再現実験を行い、Bora の吹き始めにおける複雑な流れの構造を明らかにした。他にも、アルプス山脈の Foehn は、その山脈を南北に横切る谷間が注目され、その谷間に沿って吹く Gap wind としての研究が行われている (Zängl 2002a; Gohm et al. 2004; Armi and Mayr 2007)。

日本にある多くの山脈には鞍部や峠が存在し、その地形は3次元的で複雑な構造を持つ。そのため、日本に存在する局地風の多くがおろし風と Gap wind の複合型であるといわれている (荒川 2006)。

熊本県の北東部に位置する阿蘇カルデラは世界的に他に類を見ない、特徴的な地形を持つ。阿蘇カルデラは南北約 25km、東西約 20km の世界最大級のカルデラであり、標高約 500m のカルデラ盆地の周りを標高約 1000m の外輪山が囲んでいる。カルデラの中央には標高約 1500m の中央火口丘が存在する。さらに、カルデラの西側外輪山には幅約 2km、長さ約 4km の立野峡谷が刻まれている。そして、立野峡谷の西側では、まつぼり風と呼ばれる強い東風が吹くことが古くから知られている (吉野 1968, 稲村 2009)。本研究では低気圧接近時に発生するまつぼり風をまつぼり風 I 型、高気圧下で発生する

ものをまつぼり風 II 型と呼ぶ。まつぼり風 I 型が吹走するメカニズムは、外輪山からのおろし風や立野峡谷を通る Gap wind、中央火口丘からのおろし風、それらの複合など様々なものが考えられる。このように様々な強風形成のメカニズムが推察される地形は世界的にみても珍しく、その力学的効果については大変興味深い。

本研究は、観測と WRF (Weather Research and Forecasting) モデルを用いた数値シミュレーションの両方を行い、流れの構造の時間変化も含めた、まつぼり風 I 型の4次元的に詳細な吹走メカニズムを明らかにすることを目的とする。特に阿蘇カルデラの外輪山、中央火口丘、および立野峡谷の力学的効果に注目する。

2. 手法および結果

立野峡谷の西端付近の平地 (強風域) および峡谷の東端において、風、気圧、気温および相対湿度を観測した。強風域の下流側および阿蘇カルデラ内において気圧、気温および相対湿度を観測した。風は AGL2.0m、気温および相対湿度は AGL1.5m でそれぞれ観測した。これら独自観測地点の他に、周辺の AMeDAS 観測点 (菊池、益城、阿蘇乙姫、南阿蘇、阿蘇山、高森) のデータも解析に用いた。

立野峡谷の西端付近の平地において、10 分平均風速 (測定高度: AGL 2.0m) が 6 m/s 以上の東風が、2017 年 4 月 10 日 2 時 30 分から 4 月 11 日 3 時 50 分まで観測された。10 分平均風速の最大値は 16.9 m/s に達した。まつぼり風 I 型吹走時に吹走域の周囲で観測された 10 分平均風速の最大値は、熊本で観測された 5.4 m/s であり、観測された強風は局地的なものであったといえる。

まつぼり風 I 型吹走時の詳細な流れ場を把握するために、WRF を用いて、観測した事例の再現実験を行った。再現された地上風は空間的にも時間的にも観測結果とよく一致していた。

再現されたまつぼり風 I 型の吹き始めでは、中央火口丘を迂回した流れが周囲より標高の低い立野峡谷から吹き出していた (図 1(a))。まつぼり風はその吹き始めにおいて、立野峡谷を通る Gap wind が支配的であると考えられる。その後、まつぼり風の風速が 12 m/s を超える時間帯では、阿蘇の南東から進入した流れが、立野峡谷の南側外輪山から立野峡谷西端の平地におろしてきていた (図 1(b))。まつぼり風はその最盛期において、立野峡谷の南側の外輪山からのおろし風が支配的であると考えられる。再現実験に加えて、立野峡谷を埋めた地形 (No Gorge) を用いた感度実験を行い、まつぼり風 I 型に対する立野峡谷の力学効果を検証した。まつぼり風 I 型の吹き始めにおいて、No Gorge 実験では、CTRL (地形改変無し) 実験で見られた、立野峡谷西側の平地での強風域が消滅し、その流れ場が大きく異なっていた。したがって、まつぼり風 I 型の最盛期において、立野峡谷の効果が大きいと考えられる。一方で、まつぼり風 I 型の最盛期においては、No Gorge 実験と CTRL 実験の流れ場に大きな違いは見られず、立野峡谷の効果が小さいことが示唆された。

3. 結論

地上観測および数値シミュレーションの結果から、まつぼり風 I 型は吹き始めにおいて Gap wind の特性が強く、そのあとは南側外輪山からのおろし風の特性が強くなると考えられる。

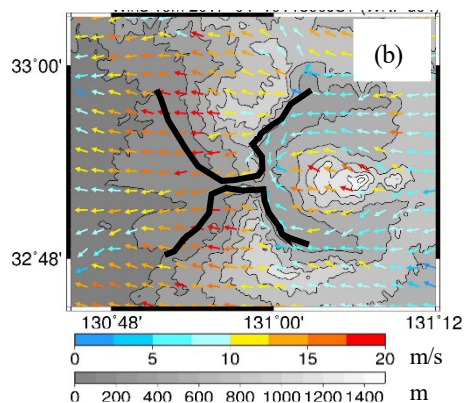
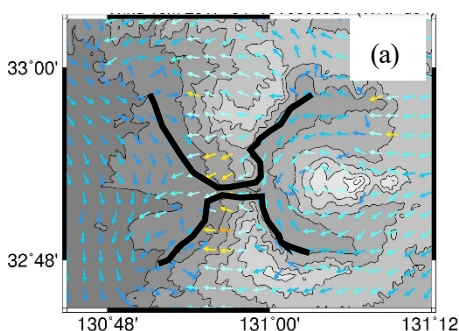


図 1 : WRF によって再現された地上風 (AGL 10 m) の分布図。(a) がまつぼり風 I 型の吹き始め (5:00 JST)、(b) が最盛期 (18:00 JST) をそれぞれ示す。矢印の向きが風向、色が風速を示す。シェードは標高、黒太線は外輪山の外郭を示す。

謝辞

本研究は、総合科学技術・イノベーション会議の SIP (戦略的イノベーション創造プログラム) 「次世代農林水産業創造技術」 (管理法人：農研機構生物系特定産業技術研究支援センター) の支援を受けて行った。

参考文献

- 荒川正一 (2006) : gap wind について. 天気, 53, 71-76.
- Armi, L. & G. J. Mayr (2007): Stratified flow across an alpine crest with a pass: Shallow and deep flows. *Quart. J. Roy. Met. Soc.*, 133, 459-477.
- Gohm, A. *et al.* (2004): South foehn in the Wipp Valley on 24 October 1999 (MAP IOP 10): Verification of high-resolution numerical simulations with observations. *Mon. Wea. Rev.*, 132, 78-102.
- Gohm, A. *et al.* (2008): On the onset of bora and the formation of rotors and jumps near a mountain gap. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 134, 21-46.
- 稲村友彦 ほか (2009) : 阿蘇山の特徴的な地形が局地風「まつぼり風」に及ぼす影響に関する数値実験. 天気, 56, 123-138.
- 吉野正敏 (1968) : 阿蘇のまつぼり風地域における耕地の防風林と防風垣. 農業気象, 23, 4, 183-185.
- Zängl, G. (2002): Idealized numerical simulations of shallow foehn. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 128, 431-450.