

100126 岐阜県多治見市に高温をもたらす地表面加熱を伴うフェーン A hybrid type of foehn wind with traditional foehn effect plus dry-diabatic heating from the ground surface contributing to high-temperatures at the end of the leeward area

高根 雄也 (産総研)*, 近藤 裕昭 (産総研), 日下 博幸 (筑波大・計算科学研究センター), 片木 仁 (筑波大・学), 永淵 修, 中澤 暦 (九大/福岡工業大), 兼保 直樹 (産総研), 宮上 佳弘 (多治見市) Yuya TAKANE (AIST), Hiroaki KONDO (AIST), Hiroyuki KUSAKA (CCS, Univ. Tsukuba), Jin KATAGI (Univ. Tsukuba), Osamu Nagafuchi, Koyomi Nakazawa (Kyusyu Univ. /FIT), Naoki Kaneyasu (AIST), and Yoshihiro Miyakami (Tajimi City Government)

キーワード: 高温, フェーン, 都市, 土壌水分, 多治見
Keywords: High temperature, Foehn, Urban, Soil moisture, Tajimi

1. はじめに

岐阜県多治見市は、夏季の高温が著しい地域の一つである。過去の調査・研究により、多治見の高温の原因として様々な現象が指摘されてきたが、どれが主要因であるか不明であった。そのような背景の中、Takane et al. (2016)は、過去 23 年間の気象観測データおよび、独自に 3 年間実施した気象観測により得られたデータを用いて、様々なスケールの視点に立ち、多治見の高温の要因を気候学的に調査した。その結果、多治見の都市化に伴う温暖化および鯨の尾型気圧配置がバックグラウンド条件となっており、これらの条件下において濃尾平野の北西/西側の山からのメソスケールの気流が多治見に侵入し、さらに多治見アメダスが市内でも比較的高温になりやすい場所に位置していることが、多治見の高温に重要であることが気候学的に示された。そして、Takane et al. (2016)では、上述の北西/西側の山からの気流の侵入に伴う多治見の高温化のメカニズムとして、地表面加熱を伴うフェーンが指摘されている。このメカニズムは、従来のフェーン (ドライフェーン, II 型のフェーン) の効果 (断熱加熱) に加えて、気流が地表面付近を吹走する際に地表面からの加熱 (非断熱加熱) を受け、気流がさらに高温化し、この気流が多治見に侵入することにより高温がもたらされるというメカニズムである。本研究では、これを仮説とし、この仮説を 3 つの異なる手法・視点: 独自観測・数値シミュレーションによる感度実験・過去データの統計解析から検証した。

2. 現地観測と使用データ

濃尾平野における北西寄りの風に伴う気象変化を捉えるため、平野の内外の計 7 地点において地上気象観測を実施した。場所選定の方針として、伊吹山の南の関ヶ原付近の谷間から濃尾平野に侵入する西寄りの風を捉えるルート: 滋賀県米原市→岐阜県大垣市→愛知県一宮市→岐阜県多治見市 (以下、西風ルート) と、伊吹山の北側から吹き下りる北西寄りの風を捉えるルート: 岐阜県本巣市→各務原市→多治見市 (以下、北西風ルート) に沿う地点を選定した。いずれも、条件を統一するために、周りに建物や樹木が存在しない休耕田を選定した。伊吹山は、伊吹山地の山頂の気象を測定するために選定した。設置地点の標高は 1,340 m であり、この高度は伊吹山地の山頂に近い高度である。使用した観測測器は、総合気象観測装置 (WXT520)、日射計 (PCM-01NB-L10)、土壌水分計 (WD-3-L5, ThetaProbe ML3-L5) である。

3. 結果と考察

3.1 現地観測

西風ルート及び北西風ルートにおける観測結果から、どちらのルートにおいてもドライフェーンの発生を示す結果が得られた。具体的には、西風ルートでは、風下地上である大垣の温位・風速が、西寄りの風に伴い風上地上の米原の値に比べて高い・大きかった。また、北西風ルートでは、北西風の風下地上である本巣の温位・風速が、風上山頂である伊吹山の値とほぼ同等であった。これらの特徴は、フェーンの典型的特徴であるとともに、北西から西寄りの風の非卓越時には現れていない特徴である。地表面からの非断熱加熱の効果については、風下の地点ほど温位が高くなる結果が得られた。そして、その風下と風上の温位差がフェーンの代表的土地利用・被覆からの顕熱供給 (すなわち、地表面からの

非断熱加熱) で概ね説明可能であることが簡易混合層モデルによる簡易的な推定の結果、確認された。地表面からの非断熱加熱の存在をより明瞭に結論付けるため、数値実験および統計解析によっても検証する。

3.2 数値シミュレーション

多治見の風上側の地面状態が、多治見の気温に及ぼす影響を調査するため、WRF モデルを用いて高温の再現実験 (CTRL)、および風上地域のみ CTRL の土壌水分量の初期値を減らす (ボーエン比を変化させる) 感度実験 (SMOIS) を行ない、両者の結果を比較した。その結果、多治見において早朝から 11 時以前までにおける SMOIS の地上気温は CTRL とほぼ一致しているが、モデルにおいて多治見で北西から西寄りの風が吹き始めた 11 時以降では、両者に明らかな気温差が生じた。この結果は、風上側の地表面から非断熱加熱を受けた西寄りの風の侵入に伴い、風下末端である多治見が昇温していることを明瞭に示している。

3.3 過去の観測データの統計解析

地表面からの非断熱加熱の効果を、過去の観測データの統計解析によっても考察した。具体的には、多治見の西側の土壌水分量と多治見の気温との相関を調べた。その結果、両者には負の相関があり、この相関は、晴天日より北西から西寄りの風が卓越した日に強くなることが分かった。この結果は、単純に多治見の直下が乾燥・顕熱フラックスが卓越し、その場の多治見で鉛直 1 次元的に高温になりやすいことだけでなく、西側 (西風卓越時には風上側) が乾燥していること、さらに言えばここで加熱された空気の北西から西寄りの風に伴う侵入が、多治見の高温に直接的に寄与している可能性が高いことを統計的に示唆している。日射量等の他の物理的の統計解析の結果も考慮すると、風上側の顕熱フラックスが卓越しやすい条件での日 (入力日射が大きく、かつ土壌が乾燥し、かつ濃尾平野で西寄りの風が卓越する日) ほど、多治見が高温になることが統計的に示された。

4. まとめ

以上より、現地観測・数値シミュレーション・統計解析という 3 つの異なる手法・視点から、地表面からの非断熱加熱を伴う特殊なタイプのフェーンが存在を支持する結果が得られた。この地表面加熱を伴う特殊なタイプのフェーンが、この風の終着点である多治見の高温に寄与していると考えられる。

謝辞

本観測は、筑波大学計算科学研究センターと多治見市の連携協定の下、実施された。本研究で実施した観測では、廣瀬茂樹氏、各観測地点の地権者、明星大の亀卦川幸浩教授にご協力頂いた。また本研究は、文科省科研費若手研究(A) 26702006 の助成を受けた。本研究成果は筑波大学計算科学研究センターの学際共同利用プロジェクト (COMA) を利用して得られたものである。

参考文献

Takane, Y., Kusaka H., Kondo H., Okada M., Takaki M., Abe S., Tanaka S., Miyamoto M., Fuji Y., Nagai T., 2016. Factors causing climatologically high temperature in a hotted city in Japan: a multiscale analysis of Tajimi. *International Journal of Climatology*, in press