

22. 山風が都市ヒートアイランドに及ぼす影響に関する研究 ～長野市における観測事例の報告～

Effect of Mountain Breeze to Urban Heat Island in Nagano

一ノ瀬俊明¹・浜田 崇²・田中博春³

ICHINOSE Toshiaki¹, HAMADA Takashi², TANAKA Hiroharu³

ABSTRACT; Nocturnal mountain breeze appears in Nagano City and it invades to central part of the urbanized area. In meteorological conditions which mountain breeze appears, urban heat island would also appear and thermal mitigation of urban heat island by mountain breeze as a relative cooler air flow is expected. In this study, features of the mountain breeze in Nagano is clarified by meteorological observations and its thermal mitigation probability on urban heat island, namely, an availability as urban ventilation lanes is discussed.

KEYWORDS: urban climate, urban planning, urban ventilation lane

1 はじめに

ドイツでは、冷気流を市内に誘導し、都市内にたまった大気汚染物質を吹き飛ばす「風の道」計画が実施されている。この風は同時に熱も拡散させ、ヒートアイランドを緩和する効果も期待されている。日本においても今後はこのような都市計画が進むと思われるが、そのためにはまず「風の道」として利用できる風の実態把握と、それによるヒートアイランド緩和に関する調査が必要となる。

長野県長野市では夜間に山風が出現し、それが都市の中心部に吹き込んでいる。山風が出現する気象条件では都市ヒートアイランドも出現する可能性が十分あり、相対的に冷涼な山風による都市ヒートアイランド現象の緩和が期待できる。そこで本研究では、長野県長野市を対象として、市内に吹き込む山風を利用した「風の道」の実態把握とその効果の検証を目的に観測を実施する。本報告では、そのうちの山風の特徴と山風による気温への影響について報告する。

2 調査地域および観測方法

調査地域は長野県長野市の市街地とした (Fig.-1)。長野市は人口約38万人の県庁所在都市である。調査地域の長野県庁周辺は市内でも人口が集中し、高層建築物、商業施設等が集積している地区である。そのため、この地区ではヒートアイランドの出現が報告されている (榊原・伊藤, 1998)。また調査地域は長野盆地西縁の山地に接しており、山地から流れ出る裾花川が長野県庁付近までは南東方向に流下し、そこから進路を南に変えて流れ、犀川に合流している。夜間には裾花川から山風が吹き、それが市街地中心部へ向かって吹いていることが確認されている (浜田, 2001)。

1 (独) 国立環境研究所 National Institute for Environmental Studies, 16-2, Onogawa, Tsukuba 305-8506, Japan
/ 千葉大学 Chiba University, Matsudo, Japan

2 長野県環境保全研究所 Nagano Environmental Conservation Research Institute, Nagano, Japan

3 元・(独) 国立環境研究所 Former Affiliation: National Institute for Environmental Studies, Tsukuba, Japan

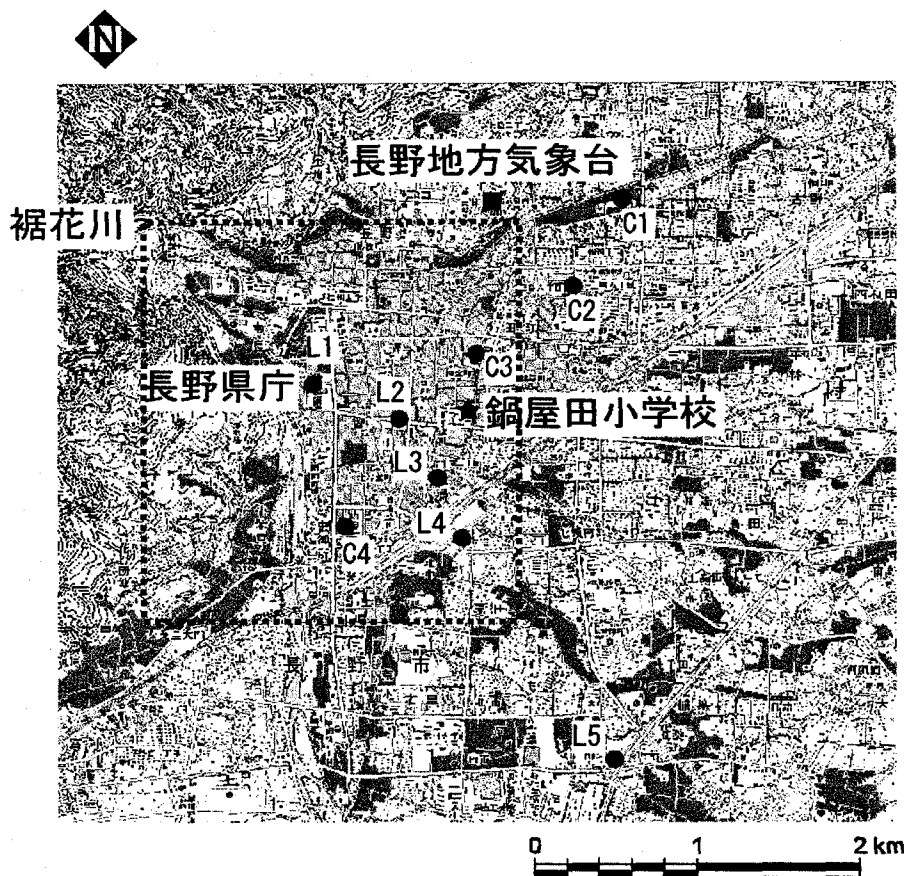


Fig.-1 調査対象地域

(●：風向風速の定点観測地点、★：パイロットバルーン観測地点、点線枠は移動観測地域)

この山風の実態を把握するため、風の吹き出し口に近い長野県庁屋上（L1：地上40m）に風向風速計を設置し、2000年7月から10分毎に風向風速データを記録している。また市街地における山風の吹走範囲を明らかにするため、前述の長野県庁のほかにビルや学校の屋上など計8箇所（Fig.-1のL2～L5およびC1～C4）に風向風速計を設置し、2003年7月から1年間10分毎に風向風速データを記録した。なお、山風が観測されない地点のデータとして、長野地方気象台の風向風速データも利用した。

さらに、山風がヒートアイランドに及ぼす影響を検討するため、山風吹走時における地上気温分布の観測と気温および風の鉛直分布の観測を実施した。地上気温分布の観測は、自動車を用いた移動観測法により、2001年8月3日午後10時に行った。気温の鉛直分布はヘリコプターに搭載した温度計により観測し、Fig.-1の鍋屋田小学校上空とC1地点の上空（地上300m～1000m）において行った。また、風の鉛直分布はパイロットバルーンにより観測し、鍋屋田小学校にて行った。鉛直分布の観測は2004年4月23～25日早朝に実施した。

3 結果

3-1. 山風の事例

Fig.-2 は裾花川から市街地へ吹き出す山風の事例として、浜田（2001）に報告されている観測データを示している。観測が行われた2000年7月10日から12日の天候は、太平洋高気圧に覆われ晴れており、夜間の一般風は弱かった。このような天候は山風の出現が期待される条件である。山

風の吹く地点である長野県庁屋上（L1）と、山風の吹かない地点である徳間小学校屋上（L1 の北東約 5km の地点：Fig.-1 には示されていない）での風向風速の時間変化を比較したところ（Fig.-2）、長野県庁では夜間の風速が約 6m/s と強く、風向は北北西と安定していたのに対し、徳間小学校では夜間の風速は 1m/s と弱く、風向は安定していなかった。また長野県庁の夜間の風向風速の時系列をみると、18 時頃を境に風向が北北西に変わると同時に風速が強くなり、その後は明け方まで風向は北北西、風速は 4m/s～6m/s という強い風が維持されていた。明け方頃になると風向がばらつきはじめ風速が急激に弱くなった。

このように長野県庁でみられた夜間の風向風速の時間変化の特徴と、山風の吹く北北西にある裾花川の谷の存在とから、この夜間の強い風は山風であると判断された。本事例の山風は強い風速とともに、長野市街地に現れるヒートアイランドの中心部に吹き込むような風向の特徴をあわせ持っていることから、この山風の吹走域がヒートアイランド緩和のための「風の道」となりうる可能性がある。

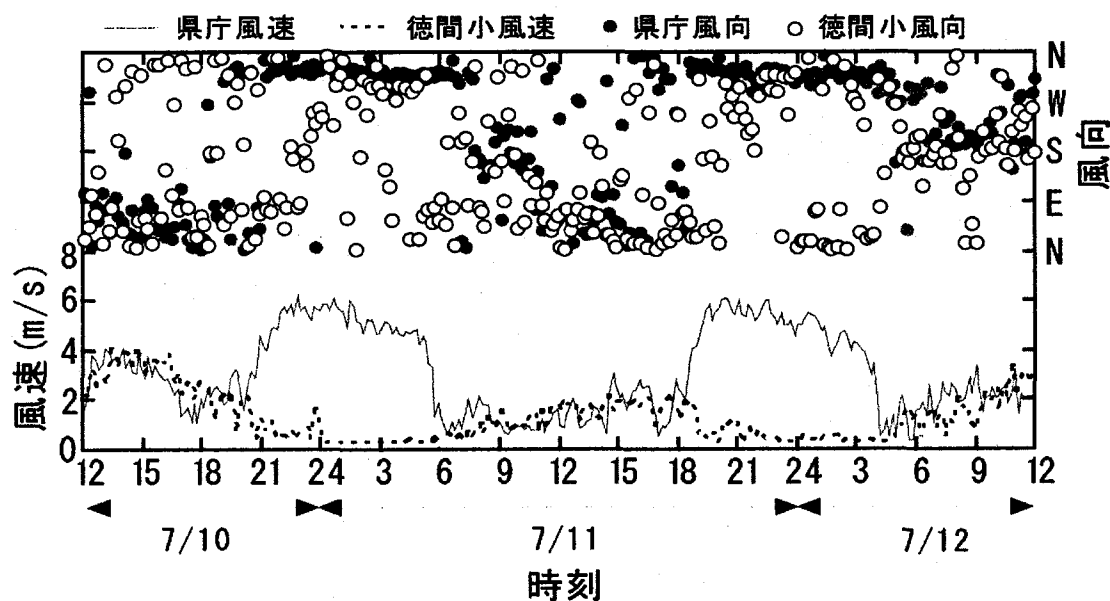


Fig.-2 山風の事例（2000 年 7 月 10 日～12 日）
（浜田（2001）を改編して作成した）

3-2. 山風の範囲

山風による「風の道」の範囲はどの程度であろうか。市街地に設置した 9 箇所の風向風速データから、山風の吹走範囲の特定を試みた。長野県庁でみられる山風は強い風速と安定した風向という特徴をもつ。したがって、その他の観測地点においても同様の傾向を示すならば、それは山風が到達したことを意味する。そこで、山風の流下方向（L1～L5）およびそれと直交する方向（C1～C4）にそれぞれ観測地点を配置し、山風の到達距離と山風の幅を明らかにした。ここでは 2003 年 11 月 2 日から 3 日にかけて観測された山風の事例を示す。Fig.-3 は流下方向における 5 地点（L1～L5）の風向風速の時間変化である。この図の網掛け部分が山風と推測される範囲である。

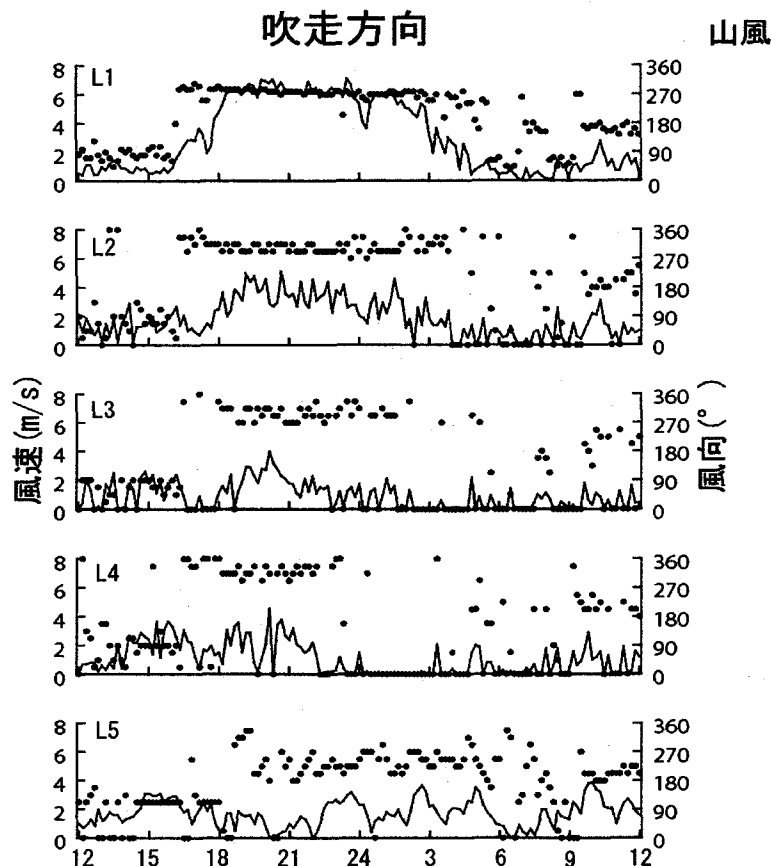


Fig.-3 山風の吹走方向における到達範囲の事例（2003年11月2日～3日）

この図をみると L1～L4 の地点では、いずれも夜間に風向が約 330° と安定していることがわかる。一方、L5 の地点では夜間の風向は比較的安定しているものの、その方角が 270° 前後であり、明らかに裾花川から吹き出す山風ではない。このことより山風は少なくとも L4 の地点、すなわち裾花川の谷口より約 2km 風下まで到達していると考えられる。また、L1～L4 における山風の開始時刻および終了時刻をみると、風上の地点ほど山風の開始時刻が早く、逆に終了時刻は遅い傾向にあることがわかる。なお、ここに図示しなかったものの、山風と直交する方向の観測地点（C1～C4）では、C3～C4 の地点において山風が確認されたことから、山風の幅は少なくとも約 1.5km 程度と推測される。

3-3. 気温水平分布

以上でみたとおり、山風は市街地の中心部に向かってある幅を持ちながら吹き込んでいることが明らかとなった。山風はその成因からすると相対的に低温な空気の流れであることから、ヒートアイランド現象の顕著な市街地に山風が吹き込むことで、地上気温にも何らかの影響が現れるものと考えられる。そこで、山風の吹く条件の日を選び、地上気温分布の観測を行った。観測時刻は 22 時とした。これは、長野県庁において観測された山風の時間変化から、もっとも風速が強くなりやすい時刻が平均すると 22 時であったことによる。Fig.-4 に 2001 年 8 月 3 日の 22 時における地上気温分布の観測事例を示す。観測範囲は Fig.-1 に点線で示した枠の内部である。

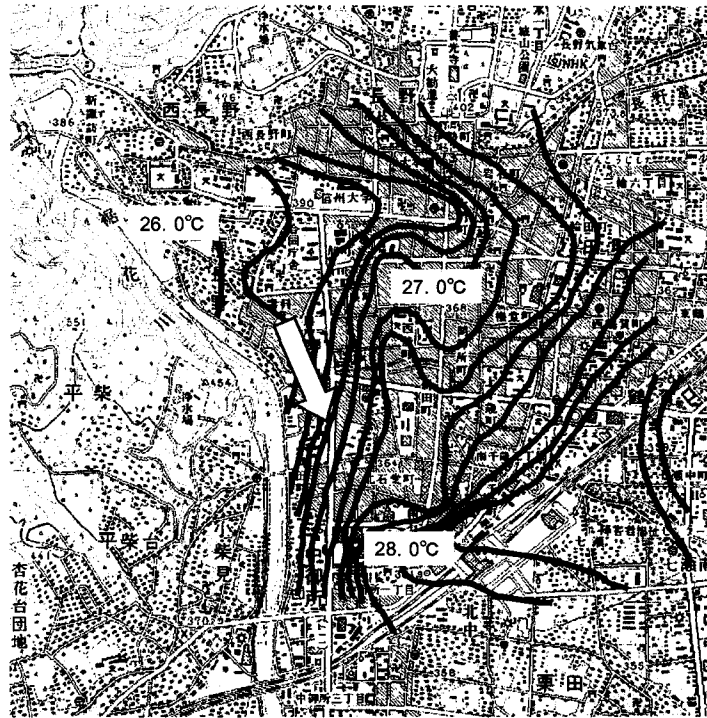


Fig.-4 山風の吹走時における地上気温分布の事例（2001年8月3日22時）
矢印は長野県庁における観測時刻の風向を示している。

観測当日は太平洋高気圧に覆われて一般風は弱かった。観測時における長野県庁の風向風速データには、北北西 5.2m/s の山風が記録されていた。また、28.0℃の高温域が長野駅付近に現れ、そこから北にいくほど気温が下がるような分布がみられる。Fig.-4 における最低気温は 26.0℃であり、これは裾花川の谷口付近に現れている。この谷口付近から東に、低温域がくさび状に市街地へ侵入している。くさび状の低温域がみられる区画には、その周囲と比べて土地利用に大きな差異は認められないものの、東西に 4 車線の比較的幅の広い道路が走っている。このことから、低温域のくさびは相対的に低温な山風が道路上を吹走したためと考えられる。この道路に隣接する信州大学教育学部屋上において山風吹走時に西風が観測されている（浜田，2001）こともこのことを支持している。しかしながら、この観測事例のみでは実際に山風が市街地に侵入することにより、どの地域の気温をどの程度低下させているのかは判断できず、今後は山風の開始前からの気温分布の変化を確認する必要がある。

3-4. 気温鉛直分布

山風には厚さがあるため、山風の侵入による気温への影響は地上付近にのみ現れるわけではないと考えられる。そこでこのことを確認するため、山風吹走時に風向風速および気温の鉛直分布を観測した。パイロットバルーンによる風向風速の鉛直分布を Fig.-5(1)に、ヘリコプターによる気温の鉛直分布を Fig.-5(2)に示した。これらの観測は 2004 年 4 月 23～25 日早朝に実施された。

風向風速の鉛直分布は、上空から順に以下の通りであった。地上 1000～1200m 以上では一般風と思われる西風が観測された。地上 300～370m から 1000～1200m にかけては、風速 3～6m/s 程度

の北東～東風が観測された。この風向は長野盆地の主軸方向とほぼ一致する。そして、地上 300～370m 以下では約 2m/s 以下と、弱いながらも西～北西風が観測された。この風向は、長野市街地に流入する裾花川の谷口方向と一致することから、この風が本研究の対象とする山風と想定される。しかしながら、長野県庁で観測される山風の平均的な風速（約 2～4m/s）と比較すると、風向は山風と一致するものの風速がやや小さい。このため、今回観測された山風は、典型的な事例と比較してやや弱いものであったと考えられる。

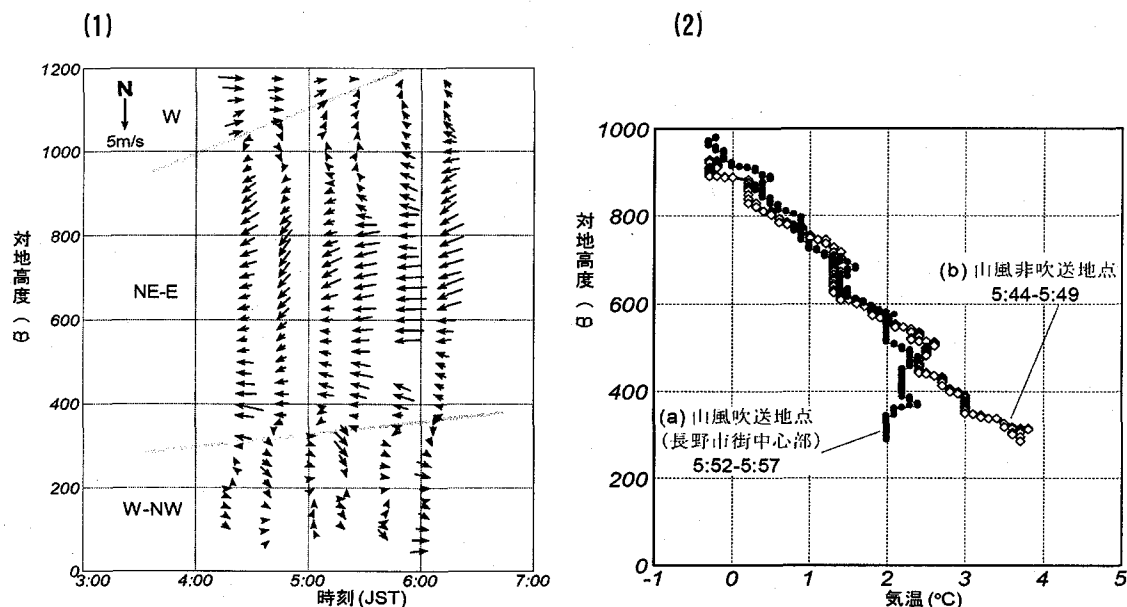


Fig.-5 (1)鍋屋田小学校における風向風速の鉛直分布、
(2)山風吹走地点（鍋屋田小学校上空）と山風非吹走地点（C1 地点上空）における気温鉛直分布
(2004 年 4 月 25 日)

また気温の鉛直分布観測を、長野市街中心部の山風吹走地点（a：鍋屋田小学校）と山風非吹走地点（b:C1 地点）の上空にて行った。山風吹走地点(a)と山風非吹走地点(b)の下層では気温の鉛直分布が異なっており、地上約 470m 以下では山風が吹走する長野市街中心部の方が気温が低くなっている（地上高 300m で 1.7℃の差）。これは、相対的に低温な山風の移流がもたらしたものと推測され、都市ヒートアイランドの暑熱を山風が緩和している可能性があると考えられる。

4 今後の課題

本報告では主に事例解析を中心に述べてきたが、今後は観測事例数を増やし、解析結果の一般性を高めるとともに、数値シミュレーションによる解析を併用することで、山風の侵入によるヒートアイランド緩和の効果を定量的に明らかにする必要がある。またその効果を実際の都市計画に反映させるためには、得られた結果をもとにした都市気候解析図（クリマアトラス）の作成も必要と考える。

参考文献

- 榊原保志・伊藤由香（1998）：長野市における夜間気温分布と天空率，風の関係，地理学評論 71A, 436-443
 浜田 崇（2001）：長野盆地における局地気候—冷気湖と山風の事例—，長野県自然保護研究所紀要第 4 巻別冊 1, 235-242