

# 谷口に位置する青梅市周辺におけるヒートアイランド現象と 山風の吹走との関係

狩野真規\*・三上岳彦\*

## 要旨

谷口に位置する市街地に形成されるヒートアイランドの実態と山風による影響を明らかにするため東京都青梅市において1993年から1996年にかけて気象観測を行った。

自動車を用いた移動観測の結果、晴天日の日中には谷の出口付近に位置する市街地に高温域が見られたが、夜間には解消していた。係留気球による鉛直方向の観測の結果、谷の出口付近の市街地の上空では、山風が吹走する場合には安定層の下に接地中立層が形成されていたが、山風が弱い場合にはその限りではなかった。

山風によって谷からの空気が流入することにより、谷の出口付近に位置する市街地とその下流側の市街地（南東部）との気温差が広がるとともに、水蒸気量の分布にも変化が起こっていたことがうかがえる。

このように、山風は谷口付近の市街地の大気に影響を与えながらヒートアイランドを緩和していたと考えられる。

## 1. はじめに

これまでの都市気候に関する研究はその実態や形成要因の把握に主眼が置かれていた。このため、高橋(1959)や、高橋ほか(1981)にみられるように平野のような地形条件が単純な都市を対象としていることが多かった。しかし、実際の都市は平野のような単純な地形のみではなく、盆地や山間の谷間などの複雑な地形の上にも立地している。地形の影響を受けた都市の気候についてはGoldreich(1984)においてまとめられているものがあるが、それ以降にも複雑地形上に存在する都市での研究は幾つかみられる。

例えば、佐藤ほか(1992)は、盆地状の地形に位置する八王子市を対象として夜間の気温分布について述べている。この例では都市の規模から予想されるヒートアイランド強度に比べ、実際の強度が弱いことを指摘し、盆地に形成される冷気湖の影響でヒートアイランドが弱められている事を見出した。また、森ほか(1997)は複雑な地形の上に立地する長崎市での気温分布と斜面下降風及び陸風との関係について注目し、接

地中立層の発達には陸風による鉛直混合の影響によるもので、その上は安定となっていることを示した。また、竹林ほか(2001)では谷から吹走してくる冷気流と市街地の気温の関係に注目しているが、地上気温の平面分布や市街地上空の温度分布については捉えられていない。そのため谷口に市街地が立地している場所では、気温が高くなっているヒートアイランドへ低温な気塊の集積した山風が流入すると、平面もしくは鉛直方向の市街地の温度分布がどのようになるか、その実態は明らかになっていないのが現状である。

このような状況を踏まえ、本研究では谷口に位置する市街地のヒートアイランド現象の実態を把握した上で、それに対する山風の吹走との関係を明らかにすることを目的とする。

## 2. 対象地域及び観測について

### 2.1 対象地域概観

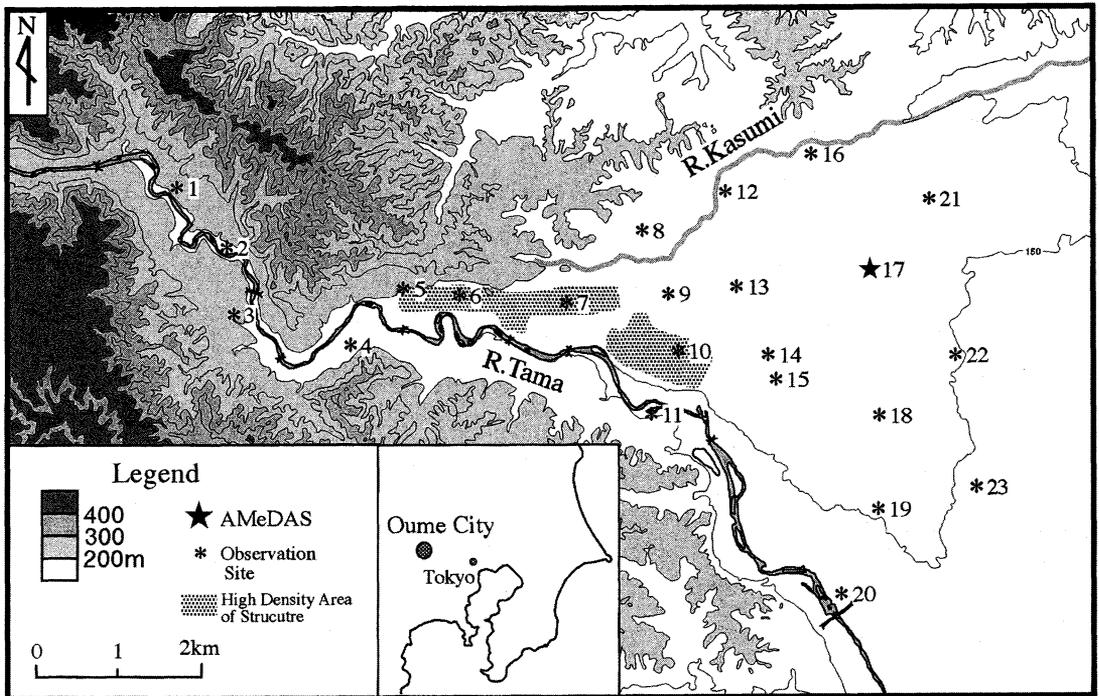
研究対象地域には谷口に市街地が立地しており、山風とヒートアイランドに関する研究に適当な場所として、東京都青梅市とその周辺域を選定した。

第1図に対象地域の概観を示す。図中に数字で示した地点(\*)は気温の定点観測を行った場所である(観測については次節にて詳述する)。青梅市は人口約13万

\* 東京都立大学大学院理学研究科。

—2001年3月23日受領—

—2002年12月3日受理—



第1図 対象地域概観図 図の中のハッチは国土地理院発行の1/25,000の地形図「青梅」・「武蔵御岳」の図幅上で建物の密集地に該当する部分を示す。

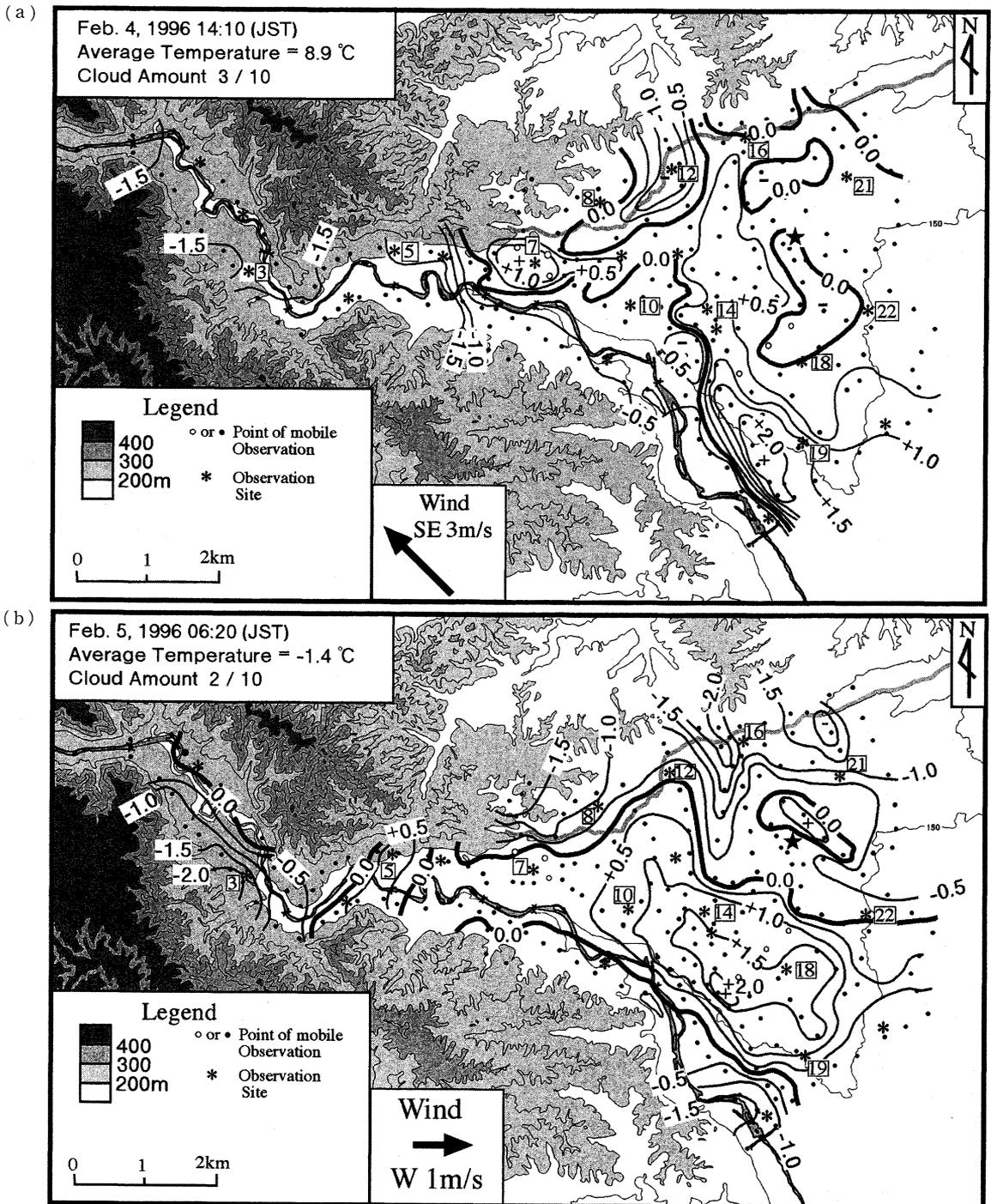
人で、都心から約40 km という地の利からベッドタウンを形成しており、一般住宅が多くみられる。対象地域西部から地点6 にかけては深い谷となっており、多摩川は地点6 付近から南東部に向かって流れる。本研究では、多摩川が平野に出る地点6 から7 にかけての地域を特に「谷の出口」と表記することとする。家屋密度の高い市街地は地点5 から7 にかけてと地点10 付近に分かれて存在し、特に地点10 から対象地域の南東部にかけて、近年集合住宅のような高層建築物が増加しつつある。また、南東部（地点18）及び北東部（地点17）付近には工業団地が立地している。一方、北部を流れる霞川沿い（地点8, 12, 16）には水田が点在し、北東部（地点21付近）には茶畑を中心とした畑地のような土地利用が卓越している。また、対象地域内の東京都畜産試験場内に気象庁の地域気象観測所の青梅（第1図の地点17：以下 AMeDAS 青梅と表記する）が存在する。

## 2.2 観測について

観測は1) 自動車を用いた気温の移動観測、2) 係留気球を用いた気温と風の鉛直分布、3) 定点における気温の観測の3つの方法を用いて行った。

気温の移動観測については、対象地域内の地表付近における気温の水平分布を把握するために、夜間を中心に曇天時や日最高気温発生時を含めて1993年から1996年の8昼夜にわたって計59回行った。観測の方法は佐橋（1983）に従い、自動車にサーミスタ温度計（東邦電探製）を取り付けて時速30～40 km 程度で走行させながら気温を測定した。得られた観測値は佐藤ほか（1992）と同様の方法で、時刻補正を施した。ただし、観測に参加した人員の都合で観測点数が常に同じにはならなかった。

係留気球を用いた気温と風の鉛直分布の観測は1995年5月6～7日にかけて、地点10の上空を対象に行った。この観測では気象ゾンデ TS-2A（AIR 社製）を用い、それを最大で地上300 m まで上下させながら地上から50 m までは5 m 毎に、それより上空では10 m 毎に固定して気温、風向、風速、温位、相対湿度および混合比を測定した。また、1995年11月25～26日にかけては地点5, 10, 22の3地点で同時に観測を実施し、気温と風の鉛直分布を測定した。気温は移動観測と同様にサーミスタ温度計（東邦電探製）を、風は三杯式微風速計（佐野屋鉄工所製）を用い、それぞれ気球直



第2図 (a) 全測点の平均気温からの気温偏差分布図 (単位: °C 1996年2月4日14:10) 図の中の風はアメダス青梅における風を示す, (b) 同 (1996年2月5日6:20).

下に吊して地上から140 m 付近まで上下させながら計測した。風向は気球と係留索がなびいた方向から目視で求め、測定高度は係留索の仰角から算出した。これらの係留気球を用いた観測時の雲量は目視で求めた。

また、定点観測については移動観測の際に自記温度計（大田計器製）ないしは気温計測用データロガー（コーナシステム製）を設置して（第1図中の\*印）、地上気温を測定した。計測間隔は10分とし、測定値は移動観測の際の時刻補正に利用した。ただし、欠測などにより常に全ての地点でデータを得ることはできなかった。係留気球を用いた観測を行った1995年5月6～7日においては地点3と10で、気温だけではなく相対湿度も合わせて計測した。

### 3. 結果

#### 3.1 気温分布の形態

移動観測の各観測毎に全観測点の平均値を求め、その平均値と各地点の観測値との差を偏差として、地表面付近における気温の偏差分布図を作成した。ただし、前述の通り観測点数が常に同一とはならなかった。ここでは昼夜ともにヒートアイランドが明瞭に認められた事例として1996年2月4～5日に得られた気温の偏差分布を第2図a及びbに示す。図中の矢印は観測時のAMeDAS 青梅の風向・風速である。

第2図aは2月4日14時10分の結果である。AMeDAS 青梅における風は14時の時点で南東の風、3m/sであった。気温偏差が $-1^{\circ}\text{C}$ 以下の地域は対象地域西部の谷の中に認められる一方、高温域（気温偏差が $1^{\circ}\text{C}$ 以上の地域）は家屋密度の高い市街地の展開する地点7付近と南東部に位置する地点19付近にみられる。晴天日中に観測された7事例中、6事例に共通して地点7の近傍に高温域が確認された。

次に、2月5日6時20分の事例である第2図bに注目する。AMeDAS 青梅における風は6時の時点で西の風1m/sであった。 $1^{\circ}\text{C}$ 以上の高温域は対象地域南東部の地点14から18にかけての帯に出現していた。しかし、日中に高温域となっていた地点7付近ではその限りではなかった。一方、 $-1^{\circ}\text{C}$ 以下の低温域は谷の中では多摩川の南側に位置する地点3付近において顕著となっている。この低温域は同地点の背後の山を刻む谷筋で生成された低温気塊が流下後に合流し、堆積することにより形成されたと考えられる。また、畑地や水田が卓越する地域である霞川の上流周辺（地点8、12、16付近）や北東部の台地（地点21付近）では、低

温域が共通して認められた。

このように南東部のみが高温域となり、谷もしくは北東部が低温域となる分布は晴天夜間の31事例中全てに共通していた。

日中と夜間を比較して最も特徴的だったのは、晴天日の日中に家屋密度の高い市街地が存在する地点7付近において相対的な高温域が出現しても、夜間にはそれが認められなかった点である。

なお、高温域と低温域の温度差は、夏季の夜間においては若干小さくなる傾向にあった。

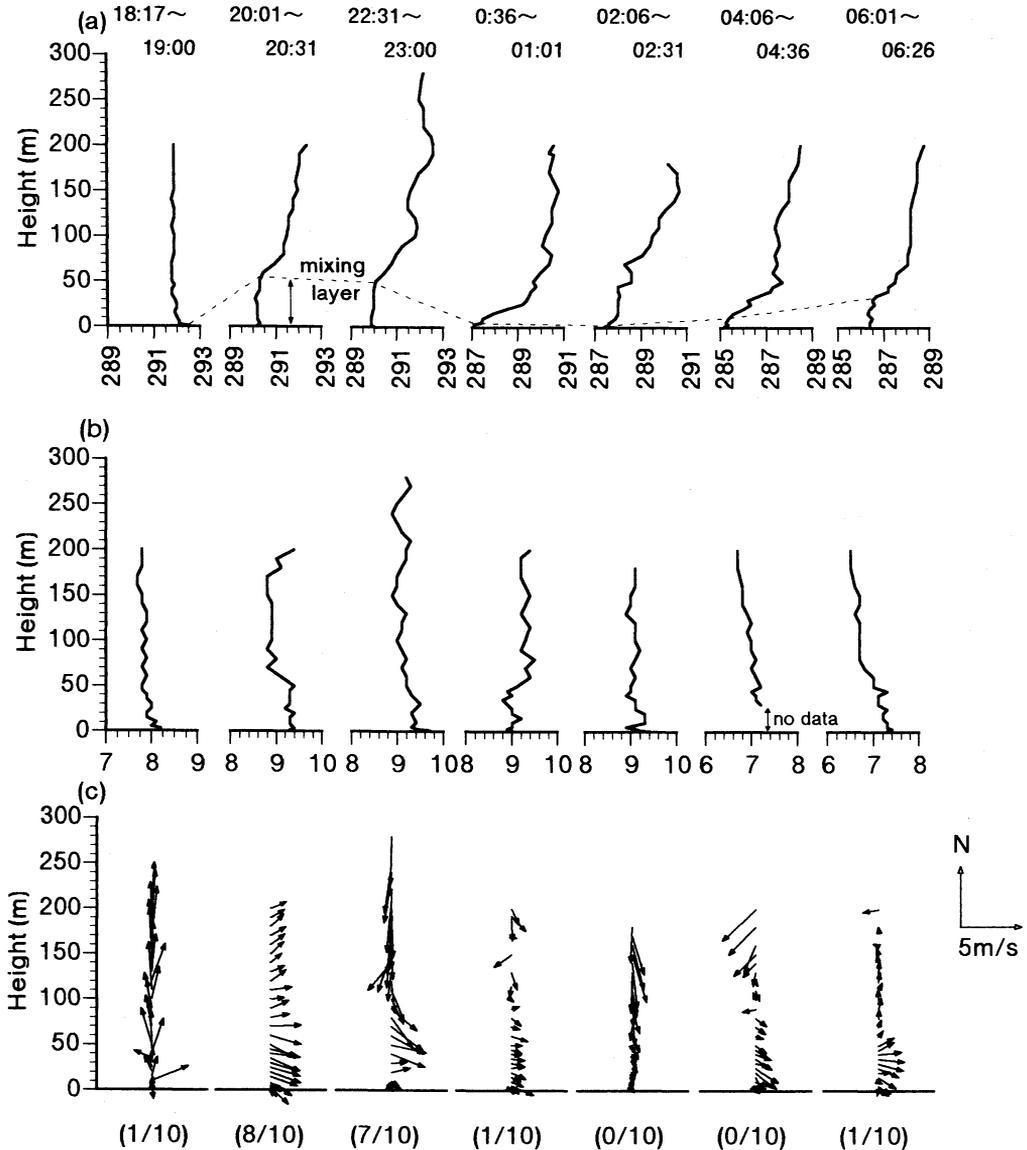
#### 3.2 市街地における接地大気の温位・混合比の鉛直構造

第3図は1995年5月6日から7日にかけての地点10における温位（a）、混合比（b）及び風（c）の鉛直分布とその時間変化を表わす。

日没直後（18：17～19：00）、地表付近を除き上空ではほぼ中立状態にあり、南寄りの風が卓越していた。その後の20：01～20：31には風向は西寄りに変わり、地上20 m から70 m 付近で風速が強まるとともに、厚さ約50 m の接地中立層が形成されていた。

また、中立層の直上には30 m 程の厚さを持つ安定層が見られる。22：31～23：00においても地上70 m 付近までの西寄りの風の吹走と接地中立層は持続している。ところが、風が一時的におさまった00：36～01：01と02：06～02：31には接地中立層は解消され、地表付近では厚さ30 m 以下の安定層が形成されている。その後、西寄りの風が再び吹き始めるとともに（04：06～04：36）、接地中立層が形成され始め、風速が強まる06：01～06：26にはその厚さは約40 m に達した。

次に混合比の鉛直構造について第3図bをみると、西寄りの風が強まっていた時間帯（20：01～20：31、22：31～23：00、06：01～06：26）には、地上から高度70 m までの接地層内における混合比の値は、それより上層に比べて高くなっているのがわかる。それに対して一時的に風の弱まった00：36～01：01においてはその限りではなく、地表付近の混合比は上空に比べて低くなっている。これらのことは、地点10の地表付近での湿度環境が西寄りの風と密接な関係にあったことを示唆する。なお、混合比の値は夜半前の22：31～23：00にかけて増加し、その後、明け方に近付くにつれて減少していた。



第3図 地点10における温位 (a) と混合比 (b) 及び風 (c) の鉛直分布の時間変化 (1995年5月6～7日) 図中の最上行は測定した時間帯を、最下行のカッコ内の分数は雲量を示す。

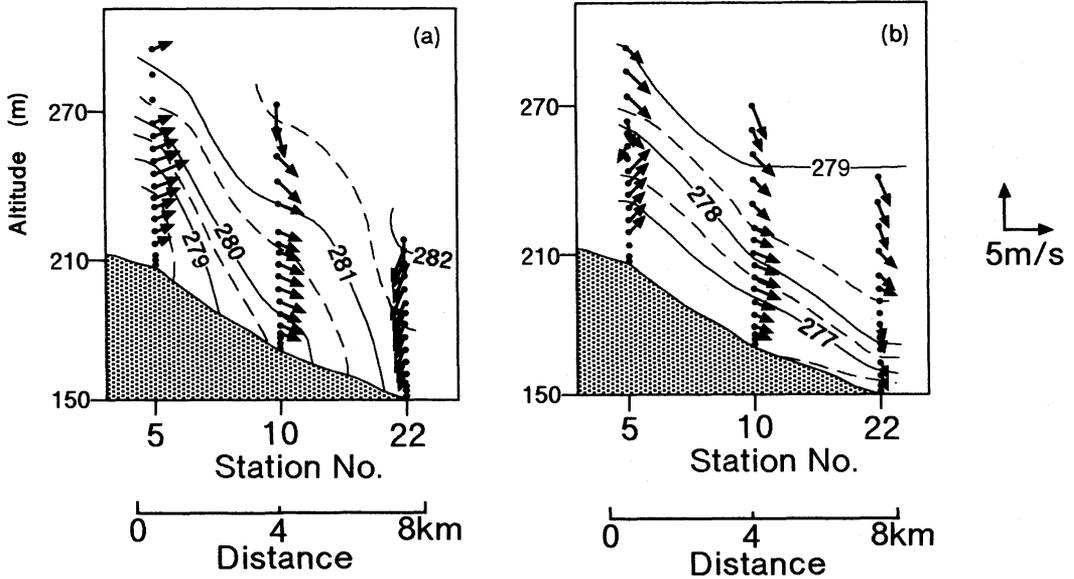
4. 考察

4.1 市街地上空への山風の流入と接地中立層の発達

3.2節では市街地のみを注目していたのに対して、ここでは対象地域における谷の中から対象地域東部にかけての風と温位の鉛直構造について東西方向の断面を示し、谷から吹走する山風と接地中立層との関わりについて考えてみる。そこで1995年11月25～26日にかけて地点5と10及び22において実施した係留気球を用い

た観測の結果から第4図を描画した。温位については Mori and Kobayashi (1996) や森ほか (1997) と同じ手法を用いて算出し、これらの計算から求めた値をもとに比例配分により等値線で描いた。

第4図aは日没後の18:00～18:26の結果であり、このときの雲量は4/10であった。地点5では近傍の谷の走向と同じ南西の風が吹いており、山風の吹走が始まっていることがわかる。この地点の地表付近には厚さ約30 mの接地中立層が形成され、その上空において



第4図 風及び温位の東西方向の鉛直断面 (a ; 1995年11月25日18 : 00~18 : 26, b ; 同26日 2 : 07~2 : 52) 温位は等温位線で、風はベクトルで表記してあり、北からの風は下向き矢印となる。

は安定層が形成されている。また、地点10の上空でも西寄りの風が吹走しており、日没後には谷の中だけではなく市街地の上空においても山風が吹走していたと思われる。一方、地点22では他の2地点と比べて風速も弱く、風向も北東よりであることから山風は吹走していなかったことがわかる。

その後、夜半過ぎまで雲量は大きな変化をせず、26日の2時過ぎの時点で雲量は5/10であった。しかし、第4図bに示すように等温位線の形態は大きく変化した。すなわち278.5K以下の等温位線は地表とほぼ平行に分布し、特に地点5と10では厚さ20mほどの接地中立層が認められる。中立層の中では山風の吹走が見受けられることから、谷から市街地への大気の流入が起きていることが伺える。一方、地点22ではより低温位の276.5Kの等温位線が現われるとともに、279.5Kまでの等温位線が密に分布し、地表付近から厚さが40mほどの安定層が形成されている。そのため、この地点への山風の流下が妨げられたため、安定層内の風も非常に弱かったものと思われる。

このように、山風が吹走している地点5と10では接地中立層が形成されているのに対して、山風の流入が認められない地点22ではその限りではなかった。これらの点と田宮・大山(1981)や榊原(2001)、榊原・三枝(2002)などで述べられているように風により鉛直混合がもたらされることがあるという指摘とを合わせて考

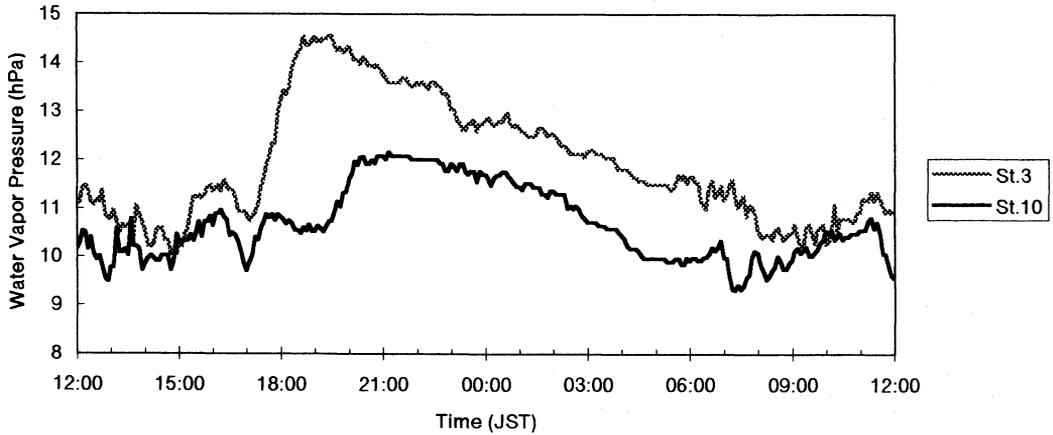
えると、対象地域内における接地中立層の形成は山風によるものと推測される。

加えて、第4図bにおいてみられるように、谷の中の地点5と市街地の地点10では接地中立層の厚さに大きな違いがみられない。このことから、対象地域内の接地中立層の形成は地状態に依存せず、山風の流下に伴う鉛直混合作用が主たる要因であると考えられる。

#### 4.2 山風による谷口付近のヒートアイランドの抑制について

日中、谷の出口付近と対象地域南東部に出現していた相対的な高温域は、夜間には南東部のみに現われる傾向がみられた。この点から、谷の出口に位置する地点7付近と対象地域南東部の地点18付近との気温差は日中は小さく、夜間は大きくなると考えられる。そこで両地点近傍の温度差を日中と夜間についてそれぞれ算出した。

まず、移動観測点の中で地点7と18に近い地点から3地点ずつ選び、それぞれの平均気温を求めた。この両地点近傍の各3地点は、移動観測の各事例に共通して観測値を得られることが多かった地点で、事例数は49事例となった。ここで対象とした各3地点については第2図中に白丸で示した。次にこれらの値については地点18側を南東部側として、地点7側を谷の出口側として、前者から後者の値を減じることにより生じる温



第5図 地点3と10における水蒸気圧とその時間変化 (1995年5月6～7日)。

第1表 谷の出口付近と南東部付近との温度差 (移動観測49事例中、各条件毎のそれぞれの平均; °C)。

	日中	夜間		
		平均	山風吹走	山風非吹走
晴天	-0.34	0.91	1.31	0.54
曇天	0.65	0.56		

度差を求めた。地点7と18の値を用いなかったのは移動観測の際、欠測等により両地点の気温が常に得られなかった為である。

結果として、第1表を示す。これによれば、晴天夜間では南東部側と谷の出口側の温度差は平均すると0.91°Cとなっていた。それに対して、晴天日の日中は平均すると-0.34°Cとなり、むしろ谷の出口側の方が高温となっていた。ちなみに曇天日の日中の平均は0.65°Cであった。

次に山風の吹走の有無によって、晴天夜間における谷の出口側と南東部側との気温差が変わるかどうか注目した。ここでは移動観測の全事例において常に同じ地点で風速の値が得られた AMeDAS 青梅の風が、晴天夜間において南西から北西の範囲に該当する場合を山風の吹走した事例と判定した。山風が吹いていない場合の南東部側と谷の出口側との温度差の平均は南東部の方が0.54°C高温となり、曇天夜間の平均0.56°Cという値とほぼ同じになっていたのに対して、山風吹走時の平均は南東部の方が1.31°C高温となっていた。このように、山風吹走時に両地域の気温差が拡大したのは、谷の出口側の気温低下量が南東側よりも大きかつ

たためと考えられる。

3.1節でみられたように谷の出口に位置する地点7付近の市街地の高温域が解消していたことや、前節で触れたように谷口付近の市街地に山風が低温大気の流入をもたらしている点と合わせて考えると、本地域においては山風の流入が谷口付近のヒートアイランドを抑制する形で影響していると思われる。

#### 4.3 市街地における水蒸気量の変化

3.2節では、市街地上空の混合比が夜半前にかけて増加し、その後明け方まで徐々に減少していたことを示した。本節では、この結果について考察する。第5図は観測当夜の谷の中の地点3と市街地の地点10における水蒸気圧の時間変化を示す。これら2地点では気温のほかに相対湿度も計測していたので、水蒸気量の指標として水蒸気圧を用いることとした。

第5図をみると夕方以降、地点3では水蒸気圧が急激に増加し、18:30から19:30にかけて極大となり、その後朝方にかけてゆるやかに減少した。一方、地点10においても同様の時間変化がみられるものの、水蒸気圧が増大するのは20:00~23:00である。特に、水蒸気圧が極大を迎え始める20時過ぎというのは同地点において西寄りの山風の吹走がみられるようになった時間である(第3図c; 20:01~20:31)。また、日中に一時的な変化はあるものの、市街地に位置する地点10の値は、谷の中の地点3よりも値が低い傾向にある。これは、昼夜・季節により多少の変動があるものの、市街地の方が郊外よりも水分が少ないことを示した榊原(1995)の結果と一致する。

静穏夜間の接地気層中における水蒸気量の増減につ

いてはOke (1981) において述べられており、日没後に急激に水蒸気が増加するのは、接地気層が安定となるため水蒸気が大気下層に集積した結果であり、時間と共に減少していくのは結露で減っていくためであるとされる。

しかしながら、本研究の場合、山風が強く流入している際の市街地（地点10）では接地中立層が発達していたため（第3図a）、水分の集積は起きにくかったものと考えられる。事実、地点10における相対湿度は100%に達していなかった。それにも関わらず、市街地上空への山風の流入開始と共に水蒸気圧が増加していたのは、これに先立って谷の中の大気中の水蒸気量が何らかの原因で増し、それが山風により市街地に到達したためと考えられる。また、朝方にかけての水蒸気圧の減少も同様に山風を介して谷の中の水蒸気圧の変化を反映したものと推察される。

## 5. おわりに

谷口に位置する市街地において気象観測を行い、これらの結果から、以下のような点が見い出された。

まず、谷口周辺の市街地の地表面付近における気温分布に注目すると、日中に認められた谷の出口付近における相対的な高温域は夜間にはみられなくなっていた。

次に、市街地上空では山風の吹走時に接地中立層が形成され、接地中立層の上には安定層の存在が認められた。また、市街地上空の接地中立層内における水蒸気量は山風の吹走開始時には増加していたが、時間が経過すると減少していた。

加えて、谷に沿う方向（東西方向）における温位と風の鉛直分布の断面から山風により谷から低温気塊が流入していたと思われる分布が見られた。山風による谷の中の大気中市街地への移流は、谷の中と市街地の水蒸気圧の変化からも推察され、これらの点と山風吹走時に谷の出口付近とその下流側（南東部）との温度差が増加する点とを合わせて考えると、本地域における山風は谷口付近の市街地に形成されるヒートアイランドに対して、それを緩和する形で影響していると思われる。

## 謝辞

観測を実施するにあたり観測参加者及び御協力頂い

た関係各位には深謝いたします。本研究をまとめるにあたり、法政大学文学部地理学教室の佐藤典人教授、東京都立大学理学部地理学教室の篠田雅人助教授、木村圭司助教授、中野智子助手には有益な議論と助言を頂いた。なお、本研究はとうきゅう環境浄化財団研究助成A類181号「多摩川上流の谷口における山風の吹走と市街地の大気環境との対応」(研究代表者：佐藤典人)の成果の一部である。

## 参考文献

- Goldreich, Y., 1984: Urban topoclimatology, *Prog. Phys. Geogr.*, **8**, 336-363.
- Mori, M. and T. Kobayashi, 1996: Dynamic interaction between observed nocturnal drainage winds and a cold air lake, *J. Meteor. Soc. Japan*, **74**, 247-258.
- 森 牧人, 武政剛弘, 小林哲夫, 薦田広章, 1997: 長崎市中心地域における夜間の気温構造と局地風, *天気*, **44**, 113-120.
- Oke, T. R., 1981: 境界層の気候 (斎藤直輔・新田 尚 訳), 朝倉書店, 324pp.
- 佐橋 謙, 1983: 自動車による気温の移動観測における観測誤差一特に自動車の影響を中心に一, *天気*, **30**, 509-514.
- 榊原保志, 1995: 越谷市南東部における市街地と水田域の水蒸気圧差の特徴, *天気*, **42**, 355-361.
- 榊原保志, 2001: 都市表面からの顕熱供給と都市大気の混合が夜間ヒートアイランド形成に与える影響の比較, *天気*, **48**, 305-311.
- 榊原保志, 三枝あかね, 2002: 晴天日と曇天日のヒートアイランド強度の違いと夜間ヒートアイランドの成因, *天気*, **49**, 533-540.
- 佐藤典人, 中村邦彦, 小野里恭子, 1992: 八王子市の夜間気温に関する一考察, *法政地理*, **20**, 27-48.
- 高橋百之, 1959: 日本の中小都市における気温分布と家屋密度, *地理学評論*, **32**, 305-313.
- 高橋百之, 関根 清, 岩田知子, 小坂祐子, 福脇左千江, 1981: 大垣市のラフネスパラメーターについて, *地理学評論*, **54**, 579-594.
- 竹林英樹, 森山正和, 糸川文崇, 2001: 夏季夜間における山麓冷気流の出現頻度と市街地における影響距離, *日本建築学会計画系論文集*, (542), 99-104.
- 田宮兵衛, 大山秀樹, 1981: 小集落に夜間発生するヒートアイランドの実態と成因について, *地理学評論*, **54**, 1-21.

## Interaction between the Heat Island Phenomena and the Mountain Breeze in an Urban Area located on a Valley Mouth

Masanori KANOU\* and Takehiko MIKAMI\*

\* Graduate School of Science, Tokyo Metropolitan University, 1-1, Minami-Ohsawa,  
Hachioji, Tokyo 192-0397, Japan.

(Received 23 March 2001 : Accepted 3 December 2002)

### 日本学術会議第19期会員候補者の選考対象者の募集（公示）

学術会議会員候補者および推薦人の選考委員会

日本学術会議第19期会員選出の手続きがすすめられています。日本気象学会は学術研究団体の登録を終え、関連研究連絡委員会は申請どおり「地球物理学」となりました。しかし、会員推薦手続きについては諸般の事情により、平成14年11月12日付で延期の通知を受けましたが、平成15年1月27日開催された日本学術会議で再開が決定されました。このため、当学会としてはこれに対処するため早急に選考委員会を設置し、第19期会員候補者及び推薦人を選考し平成15年3月17日（月）までに日本学術会議に届け出ることになります。

日本気象学会の会員候補者は「日本学術会議会員候補者等の選考方法」によって選出します。この選出方法は第13期から改訂されました。常任理事会は本件について、これまでの経過や学術会議における第13期会員選考過程を振り返り慎重に検討した結果、選考方法はおおむね妥当であるので、今回も次の選考方式を採用することにしました。

- (1) 学術会議会員候補者および推薦人の選考委員会（略称選考委員会）を設置する。選考委員会は5名の委員からなり、その委員は理事会の承認を得て、理事長が指名する。
- (2) 選考委員会は、全学会員から学術会議会員候補者及び推薦人の選定の際に対象とすべきものを募る（自薦も含む）。
- (3) 選考委員会は、(2)の応募者の中から、会員

候補者及び推薦人を選考し理事長に報告する。

- (4) 理事長は選考委員会の選考結果に基づき、理事会の承認を得て会員候補者及び推薦人を選定し、指名する。

会員候補者が満たすべき要件は次のとおりです。

- (1) 5年以上の研究歴を有し、優れた研究または業績がある科学者であること。
- (2) 過去において、通じて9年を越えて日本学術会議会員であったことがない者。
- (3) 日本国籍を有すること。

つきましては、会員候補者の選考対象者を募集します。自薦・他薦を問いません。応募者は下記の要領で届け出下さい。

#### 記

#### 1. 届出事項

- ア) 応募者氏名、住所・連絡先（住所と異なる場合）日本学術会議会員歴、勤務機関および職名、最終学歴、学位、ならびに簡単な研究歴。
- イ) 他薦の場合は、推薦者氏名、（複数可）、連絡先ならびに被推薦者の承諾書。

#### 2. 宛 先：日本気象学会 事務局

（〒100-0004

東京都千代田区大手町1-3-4 気象庁内）

#### 3. 締 切：2003年3月10日（月）