

京都府八幡市男山周辺で観測される低温な山谷 風に関する基礎的解析

山田 宏之¹・鳥羽 響子²

¹ 和歌山大学准教授 システム工学部環境システム学科 (〒640-8510 和歌山県和歌山市栄谷930)
E-mail: hyamada@sys.wakayama-u.ac.jp

² 和歌山大学 システム工学部環境システム学科 (〒640-8510 和歌山県和歌山市栄谷930)

本研究では、市街地内の低山から流出する冷気流を実測により把握し、冷気の及ぶ影響範囲等について解析を行った。調査対象地は京都府八幡市八幡高坊に位置する男山である。男山には平安時代に石清水八幡宮が造営され、京都と大阪を結ぶ東高野街道が残っている。この山の北、東、南東向きの谷を中心に気温、風向、風速の測定を行った。気温測定は自記温度計を山周辺に23個設置して行い、風向風速はサーミスタ風速計を用いた移動観測によって把握した。測定は2009年8月10～28日に行った。測定結果より、山頂に近いところよりも谷の中腹と谷口付近に冷気が集まる傾向があり、市街地との気温差は7～9℃に達することが分かった。風は日中でも谷から市街地に向けて吹いており、谷口からは、道に沿って交通量の多い幹線道路に至るまで吹いていた。日中でも、男山の谷口から市街地内約150-200mの距離まで低温化の影響を及ぼしており、市街地の気温を低下させる効果があることが確認された。夏季の熱環境改善のため、冷気の活用を図るためには、建物等による冷気の遮断を防ぐと共に、谷口周辺の緑地を保全することが重要であると考察した。

Key Words : heat island, mountain and valley breeze, Mt.Otokoyama, urban thermal environment

1. はじめに

都市におけるヒートアイランド対策の一つとして、風の道の活用といった視点が取り上げられることがある。都市における風の道の整備計画とは、海洋、湖、周囲の山地などからの冷気をできるだけ妨げずに都市内に導き、それをヒートアイランド軽減に活用しようとする試みのことである^{1),2)}。このような風の供給源の一つとして、山地で発生する山谷風³⁾や斜面の冷気流³⁾の活用という方法が考えられる。

山谷風の発生は気象条件に左右されるが、放射冷却が盛んになる夜間、周辺地域全体で吹く風が弱いときに顕著に発生するといわれている。一般に、夜間は谷を吹き降ろす風、日中は谷を吹き上げる風が卓越し、日出、日の入の頃に風が生じることが日本および世界の各地における実測調査で確認されている^{3),4),5),6),7),8),9)}。

本研究で調査対象地とした京都府八幡市の男山周辺では、地域住民に対する事前の聞き取り調査の結果、夏季の日中に、山から吹き降ろす顕著な冷気流を感じるという証言が多数寄せられた。一般的な山風は、放射冷却によって生成された山肌の冷気が流出して起こるため、夜間から明け方にかけて観測されるのが普通である^{3),6)}。日中に顕著な下降風が感じられるというのは珍しい現象であり、かつ、ヒー

トアイランド対策として有効に活用できる可能性が高い自然現象であると考えられる。

このような男山の冷気を活用したヒートアイランド対策を行うためには、男山から吹き降ろす冷気の特徴と、現状での市街地への影響範囲を把握する必要がある。

そこで本研究では、山中から山麓部の市街地にかけての気温分布、気温変化を測定するとともに、山から吹き降りる風の速度、方向を測定することにより、男山周辺で生じる冷気流の特性把握を行うことを主な目的とし、その結果から、八幡市における冷気流を活用したヒートアイランド対策の可能性について検討する。

2. 研究方法

(1) 測定対象地の概要

本研究は、京都府八幡市高坊男山（標高142.5m、山域の面積18.25ha）の周辺で行った。山体は市街地に囲まれた独立峰であり、市街地との標高差は約130m。山頂付近は岩清水八幡宮の境内があり切り開かれているが、それ以外は杉の植林地、広葉樹林、竹林に覆われている。山の西側が古くから開発されており、場所によっては勾配45度を越える急傾斜斜面で市街地と接している。西側は全体に急峻な斜面

の樹林地となっている。

男山の開発の歴史は古く、825年に石清水八幡宮が造営され、周辺は門前町として栄えていた。京都と大阪の境界に立地し、山の東麓に東高野街道が通っている交通の要所でもあった。また、木津川、宇治川、淀川の三川合流点の南側に位置し、低湿地であるために、昔は洪水災害が頻繁に発生したという。そのため、人々は男山の山麓に家を建てるようになり、それが現在でも古い町家として残っている。

江戸中期に描かれた、八幡山上山下惣絵図から、既にこの時期に現在の町屋群が成立していたことが明らかである^{(10),(11)}。

(2) 測定地点の設定

本研究では、男山と周辺の気温分布を測定するために、古い町屋群が存在する、山の北面、東面、南東面(図-1)の谷筋を中心に気温測定地点を設けた。解析の際には、測定点にそれぞれ上流側から①、②、③・・・と番号を付けた。温度変化の測定は自記温度計(DATA mini-3633:日置電機)を用い、アルミニウム製の放射遮蔽傘を被せた上で、地上1.5mの地点の木陰に設置し、10分間隔で気温を測定した。温度計は測定後に室内で全ての器差を記録し、それを補正した上で解析に用いた。

温度計を設置したのは全部で23箇所である。調査エリアごとに北から、北の大谷、神應寺の谷、参道、馬場公園、ひだまりルートと名付けた。また、市街地中心部の気温測定のために、八幡市役所にも植え込みを利用して、地上1.5mの木陰に温度計を設置した。

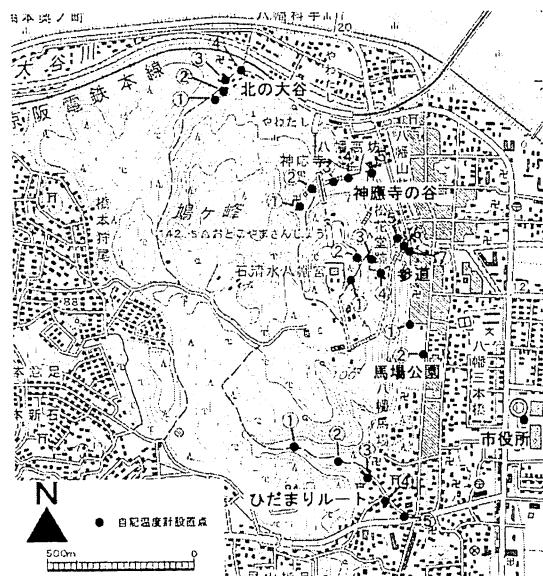


図-1 調査対象地および測定点

表-1 各測定地点の概要

測定対象	測定点番号	斜面方位	傾斜角(度)	標高(m)	土地被覆	市街地からの距離(km)	その他
北の大谷	1	北東	2.5	18.0	樹林地	0.3	
	2	北東	2.5	15.0	樹林地	0.2	
	3	北東	2.5	14.0	樹林地	0.2	
	4	北東	0.6	12.0	樹林地	0.1	
神應寺の谷	1	東北東	6.8	46.0	樹林地	0.4	
	2	東北東	5.7	34.0	樹林地	0.2	
	3	東北東	9.1	30.0	樹林地	0.3	
	4	東北東	2.9	20.0	樹林地	0.3	
	5	東北東	0	12.6	樹林地	0.1	
参道	1	東	13.5	114.0	樹林地	0.3	
	2	東	13.5	110.0	樹林地	0.2	
	3	東	21.8	84.0	樹林地	0.2	
	4	東	21.8	76.0	樹林地	0.1	
	5	東	38.7	18.0	樹林地	1	
	6	東	38.7	16.0	樹林地	0	
馬場公園	1	東	0	11.6	樹林地	0.1	
	2	東	0	11.6	樹林地	0	
ひだまりルート	1	東南東	6.8	38.0	樹林地	0.5	
	2	東南東	2.2	26.0	樹林地	0.3	
	3	東南東	1.6	23.0	樹林地	0.2	
	4	東南東	1.4	20.2	樹林地	0.1	
	5	東南東	0	17.8	市街地	0	市街地に設置
市役所	—	—	0	11.7	市街地	0	市街地に設置

これら測定点の周辺環境等の条件をまとめたものが表-1である。斜面方位、傾斜角、標高、市街地からの距離については、1/2500都市計画図から読み取った。温度計は全て緑陰中に設置しており、緑陰効果を受けた状態での比較となる。

また、気温測定と同地点およびその周辺で気温、風向、風速の移動観測を行った。風向は測定者が直接地図上に記録し、風速はサーミスタ風速計(Testo V1:TESTO)を用いて、それぞれの測定地点における30秒間の平均的な値を記録した。

風向、風速の測定は、神應寺の谷、参道、ひだまりルートのみで行った。気温はサーミスタ風速計に搭載されているサーミスタ温度計で同時に測定した。測定点は全て谷筋の遊歩道上で、歩道を利用する歩行者が体感する風の実態把握の目的で測定点を設定した。

一般風のデータおよび降雨データは、最寄のアメダス観測点である京田辺(北緯34度49分08秒、東経135度45分06秒、標高30m)の記録を用いた。

(3) 測定期間

自記温度計による測定は、2009年8月10日0時00分から8月28日15時30分まで行い、移動観測による測定は2009年8月15日および28日の10時00分から15時30分までの間に行った。移動観測に関しては、八幡市役所の調査許可等の関係で、この2日間のみ実施可能であった。

3. 結果および考察

(1) 測定期間中の気象条件

2009年の西日本の8月の平均気温、降水量は平年並みであった。日照時間は8月の前半は少なく、後半は晴れの日が多かった。そして、猛暑日は平年より少なかった⁽¹²⁾。アメダスの記録から、測定期間の京田辺では、測定を開始した前日の9日から11日の明け方6時までに25.5mm、および13日の日没後19～20時に7.5mmの降雨があり、その後測定終了まで降雨は記録されなかった。

八幡市役所で測定した市街地気温変化を見ると、

11日明け方の降雨後から気温が上昇し、12日には平均気温が30.0℃となり、測定期間中の最高値を記録した。12日の男山山中の気温は、例えば、北の大谷の最奥の測定点である①地点では平均25.8℃、最も市街地寄りの④地点では平均29.5℃となり、谷部の上流側で顕著に低温化していた。

13日夜の降雨で一旦、気温は低下し、14日以降は降雨のない日が続いて徐々に平均気温が上昇し、17日には測定期間中の最高気温36.4℃を記録した。その後は緩やかに気温は低下していった。

最低気温が25.0℃を下回らない熱帯夜は、10日、11日、16日、21日、22日の5日であった。一日中雲量の少ない比較的安定した晴天日は12日、17日、18日、19日、24日の5日であった。

(2) 男山周辺と市街地の気温日変化比較

a) 2009年8月12日の測定結果

測定期間中、最も平均気温が高く天候も良好であった8月12日の気温日変化を比較する。5エリアのうち、特徴的な温度変化を示した北の大谷、神應寺の谷、ひだまりルートの気温日変化と市役所の気温を比較したものが、それぞれ図-2、3、4である。

図-2に示す北の大谷では、最上流部の①地点と最下流部の④地点の標高差は6.0mであり、水平距離は150m程度しか離れていない。しかし気温差は非常に大きく、14時40分には④地点で37.4℃に対して①地点は28.5℃となり、気温差は8.9℃であった。市街地（市役所）では13時10分に最高気温36.0℃を記録したが、同時刻に①では28.7℃、②では32.9℃、③では36.4℃、④では37.4℃となり、①は市街地よりも7.3℃低温であった。

①～④地点の全てで、夜間の気温は市街地よりも低く、特に夕方から日没後にかけての気温低下が顕著である。これは市街地の気温が下がりにくく緑地の気温が下がりがやすいという、ヒートアイランドに伴う一般的な微気象現象を反映したものであると言える^{1),2)}。①地点のみ自然の樹林地に温度計を設置しており、他の宅地内緑地の気温よりも低温化の傾向が強いのは、このような緑地の質も影響しているものと考えられる。夜間の気温は①～③地点までほぼ同一となり、谷全体が様な温度の空気に覆われていることを示していると考えられる。

日中の気温変化は、上流部で気温上昇が極端に抑えられているのが特徴である。そのため、市街地や谷下流部での気温上昇と共に気温差が拡大し、概ね最高気温の出現時刻付近で気温差が最大となる。

図-3の神應寺の谷では、最上流部の①地点から④地点までは、ほぼ同様な日変化を示し、日中顕著に低温である。最下流部の⑤地点は日中の気温は比較的大きく上昇するが、市街地と比べると低温である。

市街地で最高気温を記録した13時10分には、①では28.9℃となり、気温差は7.1℃であった。これは北の大谷で計測された気温差とほぼ等しい。

図-4のひだまりルートでは、最上流部の①から下

流に向かうに従って気温が徐々に高まる傾向を示し、地形的に谷口を出てすぐの平地に位置する④で、ほぼ市街地と同程度の気温にまで上昇した。更に平地部を進み、幹線道路脇に設けた⑤地点では、市役所の温度計よりも高い気温を記録した。

市街地で最高気温を記録した13時10分には、①では29.2℃となり、気温差は6.8℃であった。北の大谷で計測された気温差と0.5℃の差であり、大きな違いは無い。

以上のように、互いに離れた3箇所の谷筋で、最高気温の出現時刻付近で、同じように市街地よりも7℃前後低温の空気塊が形成されており、北の大谷、ひだまりルートでは、谷を下るに従って上昇する傾向を示した。

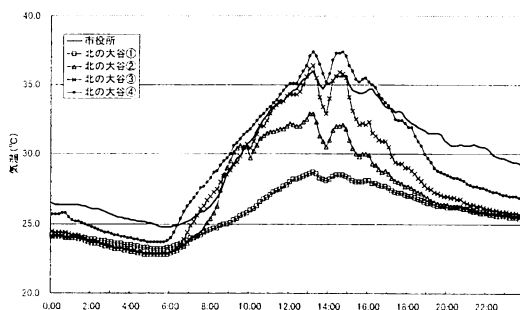


図-2 北の大谷と市役所の気温比較（2009年8月12日）

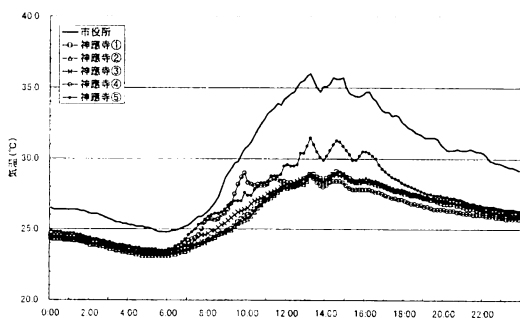


図-3 神應寺の谷と市役所の気温比較（2009年8月12日）

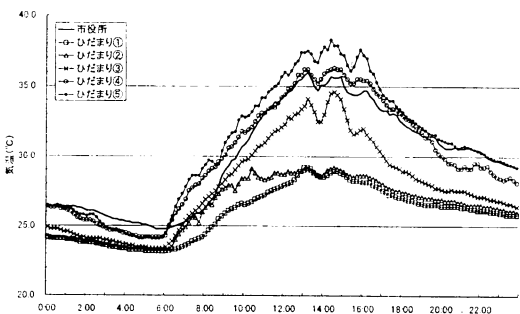


図-4 ひだまりルートと市役所の気温比較（2009年8月12日）

b) 2009年8月17日の測定結果

8月12日は降雨直後の晴天日であり、その影響で大きな気温差が生じた可能性がある。そこで、降雨後5日経過した8月17日の気温変化を同様に解析した。

代表して北の大谷の気温変化を図-5に示す。結果は降雨直後の8月12日と大きな差異はなく、市役所で最高気温36.4℃が記録された15時10分と比較すると、北の大谷の①地点で8.9℃低温、神應寺の谷の①地点で8.1℃低温、ひだまりルート①地点で8.9℃低温となり、むしろ降雨直後よりも気温差が拡大していた。

最上流部から下流にかけて気温が上昇する点や、ひだまりルートの最下流地点が市役所よりも高温化するなど、8月12日とほぼ同じ傾向を示した。

その他の晴天日に関して解析を行っても、ほぼ同様な傾向が見られ、男山周辺におけるこのような大きな気温差は、夏季晴天日には頻繁に生じている可能性が高いことが分かった。

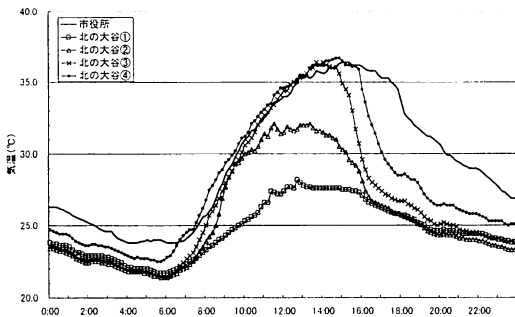


図-5 北の大谷と市役所の気温比較（2009年8月17日）

(3) 水平距離と気温との関係

北の大谷、神應寺の谷、参道、ひだまりルートにおける、最下流地点から各測定点までの水平距離と、市役所における最高気温出現時の気温との関係をグラフ化したものが図-6～9である。解析には晴天日の8月12、17、18、19、24日のデータを用いた。

測定日ごとの違いを見ると、12～19日は各地点とも、ほぼ同じ様な気温変化を示しているが、24日は全体に高温であり、温度差が小さい傾向にあった。12～19日は南向きの風が卓越していたのに対し、24日のみが北風が卓越していた。他の気象条件に大きな差異は無く、これが温度差を小さくした要因の一つと考えられるが、温度差が小さくなる理由は今回のデータのみでは不明である。

測定地点ごとの特徴を見ると、北の大谷では距離の増加に伴う温度勾配が最大であり、②から③にかけての地点で気温変化が最も大きい。この2点は水平距離で18mしか離れていないが、気温差は1.5～2.0℃もある。①地点のみ自然の樹林地内に位置しているため、①は緑地の違いによる差異も大きく含んでいると考えられるが、②～④は全て宅地の緑地に設置しており、設置条件がほぼ等しいことから、

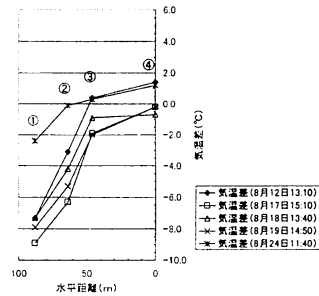


図-6 北の大谷における水平距離と気温との関係

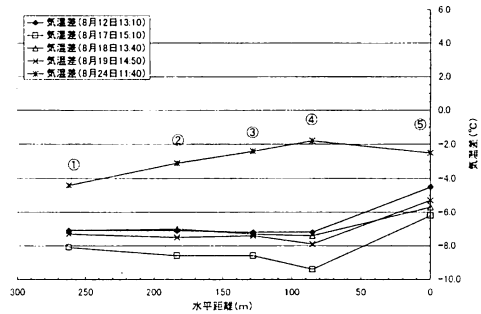


図-7 神應寺の谷における水平距離と気温との関係

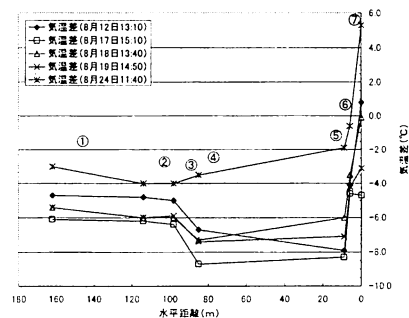


図-8 参道における水平距離と気温との関係

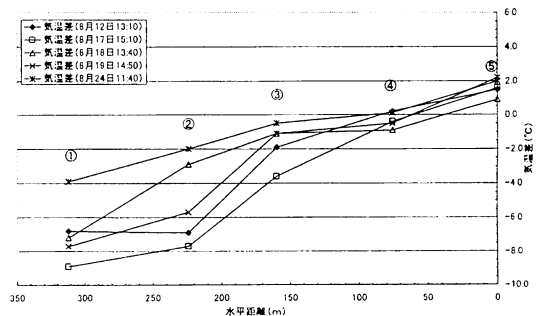


図-9 ひだまりルートにおける水平距離と気温との関係

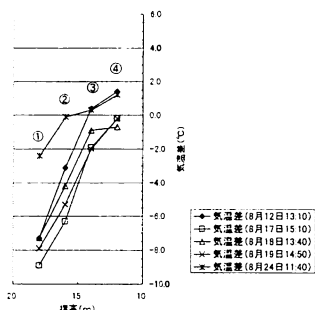


図-10 北の大谷における標高と気温との関係

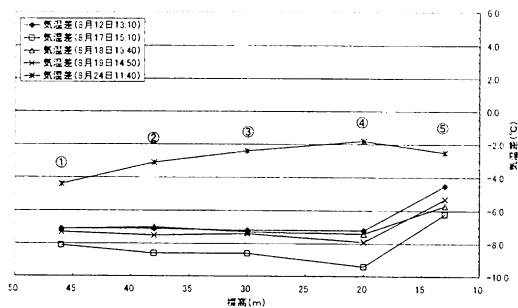


図-11 神應寺の谷における標高と気温との関係

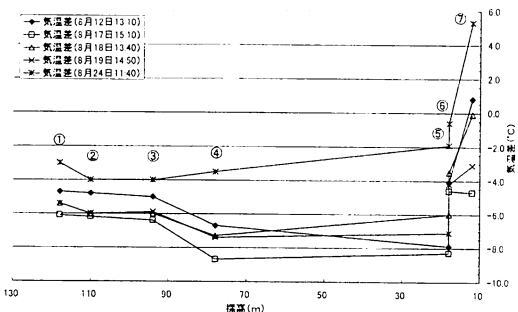


図-12 参道における標高と気温との関係

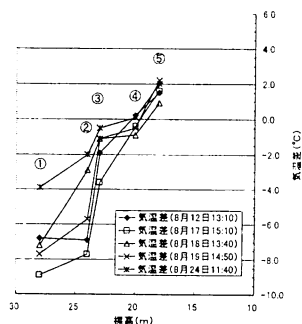


図-13 ひだまりルートにおける標高と気温との関係

この部分での気温差は冷気流の影響により生じたものと考えるのが妥当である。

神應寺では、17、18、19日に、谷口に位置する④付近の気温が、谷上流部より低い気温を示していた。さらに下流に行くと気温は上昇するので、神應寺の谷では、男山の他の谷と異なり、谷口付近に最も冷気が集積しやすいものと考えられる。神應寺では①～⑤の全ての測定点が自然の樹林地内にあり、緑地の条件は同一であると考えられる。そのため、この谷の気温差の大部分は冷気流による影響によって生じたものと考えられる。

参道では、17、18、19日に標高76m付近の④で最も低温の傾向を示し、それより標高が高い地点では逆に気温が上昇した。標高76m地点には湧水があり、昔から枯れたことがないと言い伝えられている。周辺は水分を多く含んだ土壌であるため、土壌面や植物からの蒸発散が盛んで、気温上昇を抑えているものと考えられる。

また、山麓の⑦地点では、12、24日に市街地よりも高温になったものの、他の日は低温であり、17日には市街地よりも4.7℃低温となった。山麓部分は午前中は日が当たり、午後には山影に入るため、24日の突出した高温化は、24日のみ午前中のデータであることにより、日射の影響を受けている可能性がある。他の4日は全て山影の中で測定された値であり、冷気流の強度の差により気温差が生じた可能性が高い。⑦地点のみが市街地内の緑地に位置し、①～⑥は自然の樹林地内に位置している。しかし、⑦地点は自然樹林地斜面に接した空間であり、斜面からの冷気流の影響を直接受ける場所である。冷気流が生じている時間帯は山中と同程度の低温化を示し、気流が止まった状態では、市街地の気温の影響を強く受けているものと考えられる。

ひだまりルートでは、最下流の県道に面した⑤地点では、市街地より常に高温であったが、上流に向かうに従って気温は低下する。③地点から②地点に至るまでの間が最も温度勾配が大きくなり、これは谷口と市街地の境界部分に相当する。⑤～③までは市街地内の緑地や街路樹を使って温度計を設置しており、②と①は自然の樹林地に位置している。従って①、②は緑地の種類による差の影響を受けていると考えられるが、③～⑤の温度差は、主に冷気流の影響を受けて生じたものと考えられる。

ひだまりルートは谷が南東方向を向いており、日射の影響が最も大きい。そのため、他の谷よりも高温を示す可能性が高いと考えられたが、実際には他の測定地点と同等な低温な冷気が観測されている。ひだまりルートは途中で何度か他の道と交差するが、市街地よりも気温が低いままで推移している。よって、男山からの冷気は、谷筋であるひだまりルートの道路上のみならず、その周辺に道路を通じて低温の空気を供給している可能性が高い。

(4) 標高差と気温との関係

北の大谷、神應寺の谷、参道、ひだまりルートに

おける、測定点の標高と、最高気温出現時の気温との関係をグラフ化したものが図-10～13である。

各エリアで標高に伴う温度勾配は様々で、特別な法則性は認められない。最も温度勾配の大きい、北の大谷、8月17日のデータで計算すると、標高差100m当たりの温度低減量は 145.0°C となる。一般的な標高差による気温低減量³⁾の $0.6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ とはかけ離れた値であり、この温度差は標高差に伴う断熱膨張等によるものではなく、谷の上流、下流といった位置関係によって生じているものであることは明らかである。これは冷気流や樹林による緑陰効果の差異などが複合して生じている可能性が高い。

(5) 風向風速分布と気温

8月17日、28日の2日の測定のうち、測定時間中の風速が小さく、風向データの信頼性が高いと考えられる28日のデータを使って解析を行う。測定時刻はそれぞれ10時、11時、13時、15時、15時30分の5回である。

a) 神應寺の谷での気温・風向・風速

神應寺の谷での測定結果を図-14に示す。測定時間中、神應寺の谷では、風が常に谷下流に向けて吹いていた。風の温度は市街地の気温より低く、冷気流と呼称すべき現象であることが確認できる。

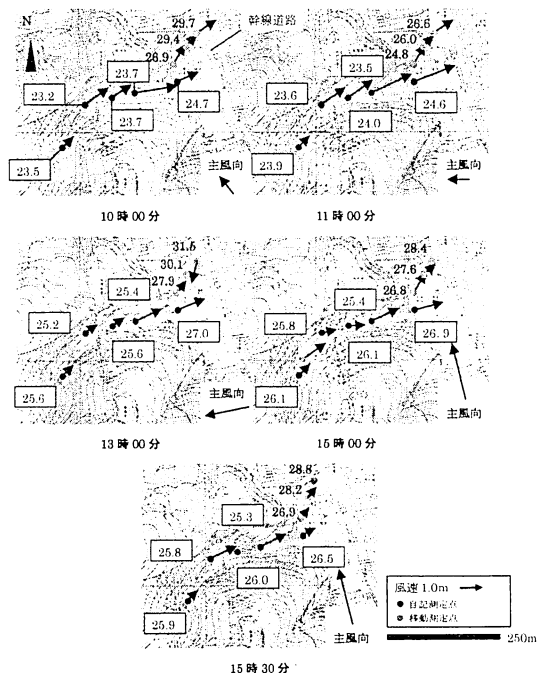


図-14 神應寺の谷における気温、風向風速分布
□は固定点の測定値、それ以外は移動観測点の測定値。(2009年8月28日)

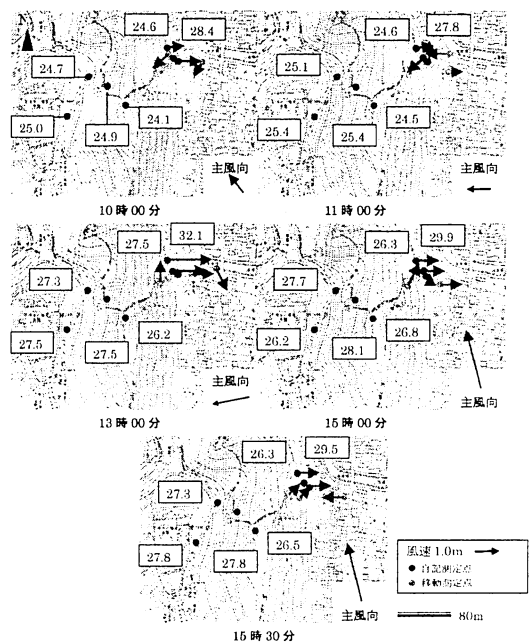


図-15 参道における気温、風向風速分布
(2009年8月28日)

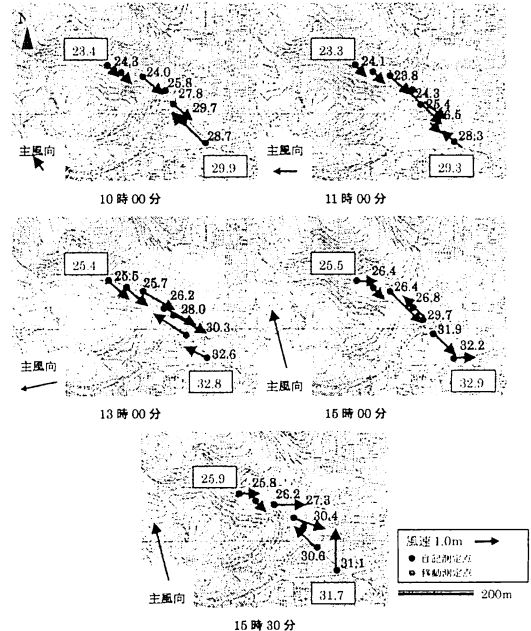


図-16 ひだまりルートにおける気温、風向風速分布
(2009年8月28日)

一般に、日中において谷風は主に市街地から山に向かう上昇気流を形成するとされている³⁾。しかし、この谷では、日中でも山上から市街地に向けて冷気が流れていることが確認された。住民からのヒアリ

ングによる男山から流れる冷気の実在が確認されたと言えるだろう。

風速分布を見ると、風速は谷上流部より下流部の方が大きくなる傾向にある。これは、夜間において冷気が重力により斜面地を下降し、谷底から流れ出している状態に似た特徴である⁶⁾。

気温分布をみると、上流部の標高が高い地点よりも、谷の中腹である標高38m付近や谷底の方が低温であり、谷筋に冷気が溜まった状態になっていることが分る。気温日変化の測定結果からも、谷内部の気温分布は1日を通して中腹および谷底が最低温を示すことが示されている。

市役所の気温よりも低温の範囲を冷気の影響範囲と定義した場合、谷口から約100m離れた石清水八幡宮登拝口の敷地を越え、道なりに沿い、交通量の多い幹線道路に至る地点まで流出していたことになる。

神應寺の谷内部の冷気は、市街地と6~7℃差を示すほど低温であり、その冷気が谷の下方に溜まって流出していると考えられる。また交通量の多い道路を越えると市街地気温との差が無くなることも確認され、日中の冷気の影響範囲は、この道路と交わる地点、谷口から約200mの地点まで及ぶと考えられる。

b) 参道での気温・風向・風速

参道での測定結果を図-15に示す。参道部分は谷地形ではないが、参道の登攀口では冷気の流出が確認された。山麓から町家の庭に入り込む風も確認され、町家の中庭を通り、向かい側の通りに面した道路まで吹き下りていた。

山地と平地が接する山麓ライン上では明確な冷気流が確認されるが、それは広範囲には広がっておらず、約80m東に進んだ道路付近で市街地気温と同等にまで上昇し、風向も不安定となった。

c) ひだまりルートでの気温・風向・風速測定

ひだまりルートでの測定結果を図-16に示す。ひだまりルートでも神應寺の谷と同様に、日中でも谷から冷気が流下する現象が確認された。

風向測定から、1日を通して常に谷口から市街地へ向けて流れる風が確認された。気温分布からも、上流に向かうにつれて低温化する傾向を示し、男山からの冷気が流下して下流に及んでいるものと考えられる。

風速は神應寺の谷と同様に、谷内部より谷口の方が大きい傾向を示した。また、その冷気の影響範囲は、市街地から山に向けて吹き込む風と衝突する、谷口から約150mの地点であった。15時の測定結果以外では全てこの地点で風向が逆転し、市街地から山に向けた高温の風に変わっていた。

なお、8月17日の測定においても、いずれのエリアでも谷内部や山麓部では明確な下降気流が観測されている。ただし、市街地では一般風の影響が強く、風向は一定しないことが多かった。

4. 総合考察

本調査研究から、男山からの冷気流は、一般的な山谷風³⁾や斜面冷気流⁷⁾とは異なり、日中でも顕著な下降冷気流として現れ、市街地との明確な気温差が確認された。気温日変化の解析から、日の出後、徐々に市街地との気温差が拡大し、最高気温出現時刻前後で最大差となることが分かった。冷気の温度は市街地気温よりも7~9℃も低温であり、小規模な谷で観測される山風や⁴⁾、夜間の放射冷却に伴う斜面地冷気流^{4), 5), 6), 7)}の気温差よりも温度差が大きい。一般に樹林内は市街地よりも日中は低温であり、男山の場合も樹林地の影響が大きいと考えられるが、濃密な樹林地であっても、日中の谷風に逆らって継続的な冷気流出が観測されたという過去の調査事例は見当たらない。

このような顕著な冷気流が生じる理由は、現時点では良く分からないが、他の地域には無い、男山周辺に特有と考えられる条件をいくつか挙げてみる。

まず、男山が八幡市付近の低湿地の中心に位置していること、地下水供給の多い湿潤な土地の上に位置することから、他の山域よりも土壌水分が豊富で蒸発散が盛んであり、これが日中の昇温を強く抑制するために市街地との気温差を大きくしているのではないかという推察ができる。男山中腹には湧水があり、岩清水八幡宮の名称の起源とされている。従って男山中腹から下側には常に豊富な水分が供給されており、これが冷気生成の原因の一つである可能性は高い。

また、男山は淀川三川合流地点のすぐ近くに位置しており、上空では、これら河川上を流れる局地的な風の影響を受けている可能性が高い^{13), 14), 15)}。それらの複合的な影響により、男山の上空では、日中の下降気流の発達を引き起こしやすくなるような特異な大気循環系を形成している可能性も考えられ、これにより一般的には生じないと考えられる日中の山風が発生しているとも考えられるが、推察の域を出ない。これに関しては、上空の気象観測を含む広範な調査研究等を行って解明していく必要があるだろう。

八幡市におけるヒートアイランド対策として、この男山の冷気流を活用する^{8), 9)}ことを考えるのであれば、谷口付近で最も風速が大きいことから、谷口周辺のオープンスペースを保全すること、風向に平行な風の通り道を作ること、建物や交通量の多い幹線道路等により冷気を遮断しないことなどに配慮する必要がある。

現状として男山周辺では、谷口周辺の自然地が多いこと、風が通るのに都合の良い道路が存在していることにより、谷からの風が市街地まで流れ込んでいる。冷気流が実測された市街地においては、緑地は少なく、河川等からの風の影響も認められず、気温低下の大きな要因が男山からの冷気流であることが強く示唆される。

気温差が認められる範囲は最大でも谷口から200

m程度であるが、気温の高い日中に冷気が市街地へ供給されていること、男山で発生する冷気は一般的な山谷風で生じる冷気より低温で、市街地との気温差が大きいことから、現在の谷口周辺の環境を守り、市街地への冷気流を妨げないようにするための対策を講じていけば、気温低減効果を有する冷気流を、谷口付近の市街地の暑熱緩和対策として有効に活用できる可能性が高いものと考えられる。

今回の調査は、男山の北から東側にかけての谷筋が中心で、西側の調査は行っていない。また夜間の風の観測も行っていない。従って、男山全体で一日を通じてどのような山谷風が発生しているのかは不明である。顕著な冷気流の発生メカニズムを解析するためには、山域全体と上空での観測が不可欠であると考えられ、今後の研究課題となる。

謝辞：本研究のために協力いただいた、八幡市教育委員会、株式会社森生テクノの皆様には謝意を表します。

参考文献

- 1) 東京都環境局：ヒートアイランド対策ガイドライン，pp11-20，2005.
- 2) 環境省：ヒートアイランド対策：
http://www.env.go.jp/air/life/heat_island/index.html
- 3) 吉野正敏：新版 小気候：地人書館，pp162-267，1986
- 4) 糸川文崇，竹林英樹，森山正和：夏季夜間の冷気流による市街地冷却効果に関する実測研究－神戸市灘区袖谷周辺市街地における実測結果（98 年夏季）－：日本建築学会大会学術梗概集 1999. 9，pp703-704，1999
- 5) 竹林英樹；森山正和；糸川文崇：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第 542 号，pp.99-104，2001
- 6) 竹林英樹；森山正和：夏季夜間における山麓冷気流の集積・流出過程に関する研究：日本建築学会計画系論文集第 558 号，pp. 57-61，2002
 - 7) 竹林英樹，森真佐雄，芝池英樹，森山正和：斜面冷気流における冷気生成機構に関する研究：日本建築学会技術報告集 16，pp. 181-184，2002
 - 8) 鳴海大典，水野稔，下田吉之：地域計画への運用を目的とした冷気流のモデル化に関する検討－丘陵地周辺の住宅地域に及ぼす冷気流の影響 その 2－：日本建築学会計画系論文集第 557 号，pp111-118，2002
 - 9) 竹林英樹；森山正和；芝池英樹：夏季夜間における山麓冷気流の市街地熱環境緩和効果に関する研究：日本建築学会環境系論文集第 591 号，pp. 69-74，2005
 - 10) 八幡市ホームページ：<http://www.city.yawata.kyoto.jp>
 - 11) 八幡市ホームページ：文化財－平成 18 年度木津川河床遊跡発掘調査現地説明会資料－八幡山上山下惣絵図：<http://www.city.yawata.kyoto.jp/learn-enjoy/bunkazai/isekihakkutsu>
 - 12) 気象庁ホームページ：平成 21 年報道発表資料 8 月の天候：<http://www.jma.go.jp/jma/press/index21.html>
 - 13) 大橋唯太，木田秀次：京阪神地域における海陸風・山谷風の数値シミュレーション－都市と山地の効果について－：京都大学防災研究所年報第 43 号，B-1，2001
 - 14) 大橋唯太，木田秀次：複数都市で発達する局地風循環によるエネルギー輸送：京都大学防災研究所年報 (45)，pp301-308，2001
 - 15) 大橋唯太，木田秀次：京阪地域での局地循環による熱・水蒸気輸送について：京都大学防災研究所年報第 44 号，B-1，2002

BASIC ANALYSIS OF COOL MOUNTAIN AND VALLEY BREEZE OBSERVED AROUND MT. OTOKOYAMA, KYOTO PREFECTURE, YAWATA CITY

Hiroyuki YAMADA and Kyoko TOBA

In this study, the cold breeze that flowed out from a mountain in the urban area was observed, and the extent of the impact of the cold breeze was analyzed. The investigation area is around the Mt. Otokoyama, Kyoto Prefecture, Yawata City, Takabou. Iwashimizu Hachimangu Shrine is built in the Mt. Otokoyama at the Heian era, and the Higashi-Koya-way where Kyoto is connected with Osaka remains. The temperature, the wind direction and the velocity of the wind were measured at the valley of the north, the east, and the southwest of this mountain. The temperature measurement was done by setting up 23 recording thermometers around the mountain, and the wind direction anemometry went by the moving observation with a thermistor anemometer. These measurements were done on 10th - 28th in August of 2009. It has been understood that the cold air tends to gather in the middle hillside of the valley and the exit of the valley, and the temperature difference with the urban area reaches 7-9°C from the result of a measurement. The wind blew from the valley to the urban area in daytime, and was blown from the exit of the valley along the small road, was reached the heavily-trafficked highway, and stopped. The cold wind that blew from the valley in the Mt. Otokoyama influenced up to the distance about 150-200m in the urban area, and it was confirmed that there was an good effect of cooling the urban heat island. It was important to prevent the cold breeze being intercepted with the building, and to protect the green space around the exit of the valley to attempt effective use of the cold breeze.