

## 秋季晴天静穏日における兵庫県神戸市の局地風系と 気温変化に関する事例解析

瀧 本 家 康\*・重 田 祥 範\*\*

### 1. はじめに

神戸市の臨海市街地はその南北を山と海に挟まれて  
いるため、晴天静穏日には熱的局地循環が発達し、顕  
著な海陸風や山谷風が見られることがわかっている  
(瀧本 2014 ; 宮崎ほか 1995 ; 竹林ほか 1998)。宮崎ほ  
か (1995) は、1990年 8 月の晴天日を対象として、熱  
的局地循環と気温日変化の関係を調査し、海陸風が強  
化 (弱 化) するときに気温が低下 (上昇) する傾向が  
あることを指摘している。このような都市部における  
局地風系と気温分布に関する研究は神戸市以外でも多  
く行われている (境田ほか 2011 ; 清田・清田 2005 ;  
大和ほか 2011 ; 狩野・三上 2003, 高橋・高橋 2013 ;  
石井ほか 2000 など)。

六甲山地の山風と気温との相互作用については、竹  
林ほか (2001) が 1999 年の夏季を対象として調査を行  
い、山地の谷において冷気が集積し、それが流出する  
ことによって市街地の気温低下効果が山際から 1 km  
程度までの範囲において期待できることを示唆してい  
る。しかし、それは広域海陸風が弱い条件に限られ、  
広域海陸風が強い場合には、冷気流は市街地の気温に  
影響を与える以前に吹き消されてしまうと述べてい  
る。そして、竹林・森山 (2002) では、浅水方程式モ  
デルによる計算と観測を実施し、竹林ほか (2001) の  
結果を検証するとともに、冷気流が最大で 2°C 程度低  
温であることを示している。また、糸川ほか (1998)  
においても、1997 年の 9、10 月に観測を実施し、山地

からの冷気流が気温分布に影響を与えることを示して  
いる。

このように、神戸市街地における風と気温の関係に  
ついては一定の知見が得られている。しかしながら、  
多数の温度計により神戸市街地の気温分布を測定し、  
風系との関係を解析した宮崎ほか (2006) による報告  
では、風については 1ヶ所の観測データに基づく示唆  
にとどまっていたり、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、気温の平面分布への影響については捉えられて  
いないなど、解析すべき余地はまだ残っている。

そこで、本研究では、神戸市において高密度な気温  
観測を実施するとともに、神戸市が市内に展開する一  
般大気測定局および気象測定局のデータセットも併せ  
て解析することによって、局地風系と気温日変化の関  
係を空間的 / 時間的に細かに調査し、秋季の典型的な  
晴天静穏日に生じる神戸市街地の局地風系と気温日変  
化の特徴を明らかにすることを目的とする。

### 2. 方法

#### 2.1 観測対象地域の概要

本研究の対象地域である神戸市は、人口 154 万人、  
面積 552 km<sup>2</sup> (2015 年 9 月 1 日現在) である。神戸市  
の市街地は北方の六甲山 (標高 931 m) を含んだ六甲  
山地と南方の大阪湾に挟まれた東西方向に伸びた狭い  
領域に展開している (第 1 図)。

#### 2.2 風向風速データ

局地風系を調査するための風向風速データは、神戸  
市環境局所管の常時監視測定局の中から 10 地点 (東  
灘、六甲アイランド、灘浜、灘、葦合、港島、兵庫南  
部、長田、須磨、ポートタワー ; 以下では単に「常時  
監視測定局」と呼ぶ)、アメダス 2 地点 (神戸、神戸  
空港) を用いた (第 1 表)。常時監視測定局の 10 地点

\* (連絡責任著者) 神戸大学附属中等教育学校。  
ieyasu@port.kobe-u.ac.jp

\*\* 公立鳥取環境大学環境学部。

—2016年 4 月 7 日受領—

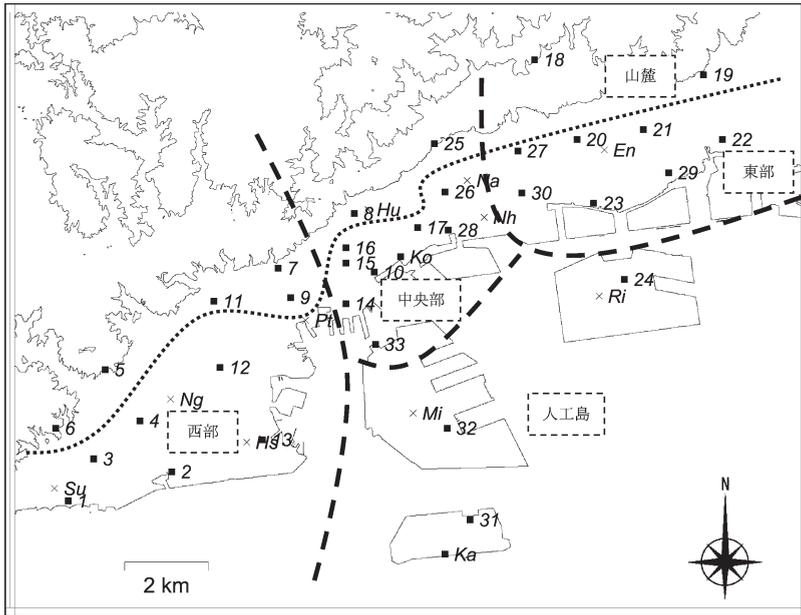
—2016年 11 月 21 日受理—

における風向風速の測定は超音波式風向風速計により行われており、0.1 m/s から0.1 m/s きざみで記録されている。また、風向は風速が0.2 m/s 以下の場合には CALM、0.3 m/s 以上を16方位で記録している。なお、常時監視測定局およびアメダス観測点の周辺は、東灘が50~100 m 程度南西側に高層ビルがある以

外は、いずれも観測結果に影響を及ぼすような環境ではなかった。

2.3 気温データ

局地風系と気温変化の関連を捉えるために、定点型による地上気温の観測を神戸市内計33地点の街区公園で実施した。観測地点を第1図に示す。



第1図 神戸市の地形および気温観測点の分布。等高線は 0, 100, 300, 500 m のみ示す。図中点線は気温日変化に基づく地域区分を示す。番号は気温観測器による地上気温観測地点、アルファベットは常時監視測定局及びアメダス地点。

観測機器は公園内に位置する街灯やポールを利用して、高度約2.5 m に設置した(第2図)。

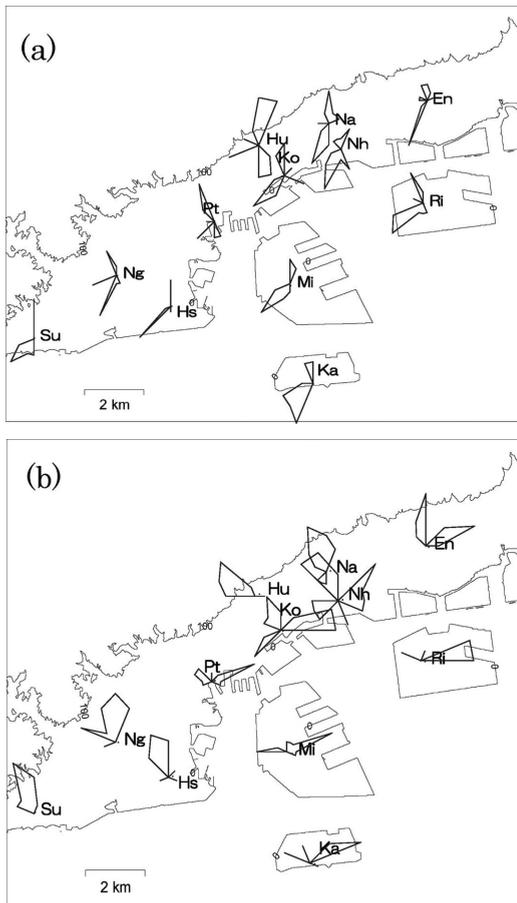
観測は 2014 年 8 月 1 日から実施している。気温の測定には、自然通風式シェルター(重田 2012)に温度センサー(T&D 社製おんどり)を組み込み使用した。測定間隔は10分、測定分解能は0.1°Cである。また、各温度センサーがもつ器差を確認するため、人工気象器(LH-300-r; 日本医化器械製作所)を用いて室内検定をおこなった。その結果、器差は0.5°C以内であり、同様の観測手法である中村・重田(2014)とも整合性が取れていた。さらに、本研究では日射量

第1表 常時監視測定局、及びアメダス地点における風向・風速計の設置高度。

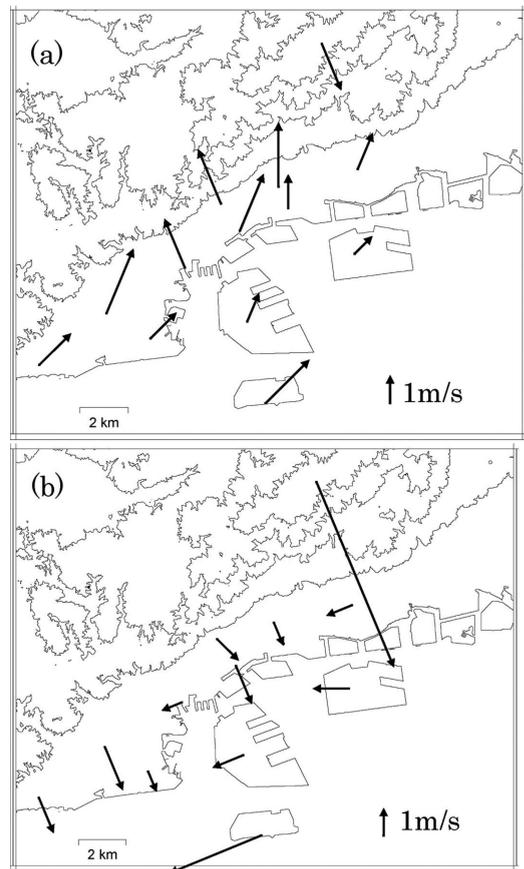
観測地点名	図中記号	測定高度
東灘	En	32 m
六甲アイランド	Ri	12 m
灘浜	Nh	15 m
灘	Na	21 m
葺合	Hu	20 m
港島	Mi	13 m
兵庫南部	Hs	11 m
長田	Ng	46 m
須磨	Su	15 m
ポートタワー	Pt	100 m
アメダス神戸	Ko	16 m
アメダス神戸空港	Ka	10 m



第2図 気温観測器の設置のようす。



第3図 各地点の15時(a)と03時(b)の風配図(全風向の合計が100%)等高線は0, 100 mのみ示す。



第4図 2014年10月18日における、各地点の15時(a)と03時(b)の風ベクトル(等高線は0, 100, 300, 500 mのみ示す), 各ベクトルの始点が各観測地点の位置。

と器差(基準器である強制通風式シェルターと自然通風式シェルターで測定された気温差)との相関分析をおこなったが、有意な関係は認められなかった。このことから、観測に用いた自然通風式シェルターは、太陽からの放射を十分に遮断できていると判断した。

#### 2.4 解析対象日の抽出

本研究では、2014年8月~10月を調査対象期間に設定した。これは、熱的局地循環は一般的に春から秋にかけての暖候期に発達する(吉野ほか 1973など)ためである。また、常時監視測定局のデータ整備が終わり1年分を使用できる最新の年度が2014年度までであったからである。

本研究における解析対象日を以下の手順で抽出した。

①土田・吉門(1995)を参考に、神戸地方気象台の日照時間を用いて日積算日照時間が6.0時間以上の日を晴天日として抽出した。

②藤部(1981)を参考に、神戸地方気象台の日平均雲量が5未満の日を晴天日として抽出した。

①および②の両方の条件を満たす日を解析対象日とした。その結果、解析対象日は15日(9月:6日間, 10月:9日間)となった。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 対象日の風向頻度分布

熱的循環である海風は15時頃に最も発達する(森ほか 1994; Mizuma 1995; 澤田・川村 2010; 大橋・川村 2006; 瀧本・境田 2012など)。そこで、第3図に対

第2表 各地点の毎時の風向 (2014年10月18日).

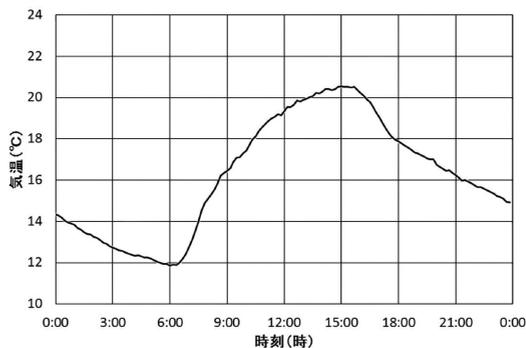
	En	Na	Hu	Hs	Ng	Su	Ri	Nh	Mi	Pt	Ko	Ka
1時	NNE	NNW	NW	NNW	NNW	NNW	E	N	ENE	NE	E	ENE
2時	NNE	N	NW	NNW	NNW	NNW	E	NNE	ENE	NNE	ENE	ENE
3時	ENE	NNW	NW	NNW	NNW	NNW	E		ENE	ENE	NNW	ENE
4時	NNE	NNW	NNW	NNW	NNW	N	E	NNW	NE	WSW	N	ENE
5時	E	NNW	NW	N	NNW	NNW	E	NW	ENE		NNW	NE
6時	NNE	ENE	NW	N	NNW	NNW	ENE	ENE	NE	ENE	NE	ENE
7時	NNE	NNE	NW	N	NNE	NNE	NE	NE	NE	ENE	ENE	NE
8時	ENE	SSE	SSE	NE	NE	NE	ENE	S	E	ESE	E	ENE
9時	E	ESE	SSE	NE	ESE	SE	ENE	ENE	ESE	E	E	ENE
10時		SSE	SE	E	ESE	E	E	ESE	ESE	E	ESE	E
11時	SW	SSE	SE	ENE	ESE	SSE	SSE	SSW	ESE	ESE	SE	ESE
12時	NE	SSE	SE	SE	S	S	S	S	E	SSE	SE	SE
13時	SW	S	S	SSW	SSW	S	SE	S	SSW	S	ESE	S
14時	SSW	SSW	SSE	SSE	S	S	SSE	S	SSW	SSE	S	SW
15時	SSW	S	SSE	SW	SSW	SW	SW	S	SSW	SSE	SSW	SW
16時	WSW	SSW	NW	SW	SSW	SW	WSW	SW	NW	SW	WSW	NW
17時	WNW	NNW	NW	SW	SW	WSW	WSW	SW	NW	WSW	SW	NW
18時	WSW	NNW	NW	NNW	WNW	NNW	WSW	WSW	NW	NW	WSW	WNW
19時	NNE	NNW	WNW	WNW	NW	NW		NE	WNW	NW	NW	WNW
20時	NW	NNW	NW	NW	NNW	NNW	NNE	NW	NW	NNW	NW	NNW
21時	NNW	NNW	NW	NNW	NNW	N		NW		NNE	NW	NW
22時	NNW	N	NW	N	NNW	NNW	ENE	NW	NE	NE	N	ENE
23時	N	NNW	NW	NNW	NNW	NNW	ENE	N	ENE	ENE	N	ENE
24時	NNW	N	NW	N	NNW	N	NE	NNW	ENE	NNE	N	ENE

る。一方、03時においては、北～北西の風向が卓越する地点、東～北東の風向が卓越する地点、そしてその両者が見られる地点に大きく分かれている。北～北西の風向については六甲山地からの山風、東～北東の風向については大きなスケールの陸風の可能性がある、これらの結果は、瀧本(2014)と整合的である。

### 3.2 典型的な局地風系 発生日の抽出とその特徴

次に、局地風系と神戸市街地の気温日変化の関係を調査するために、典型的な晴天静穏日の局地風系が生じたと考えられる日を対象日の中からさらに抽出した。

解析対象日は、全対象日15日の中から、対象地域に近い松江と潮岬における両地点の850 hPaの風速が7



第5図 全地点平均気温の日変化 (2014年10月18日).

m/s未満である日を静穏日として抽出した。ここで、7 m/sという基準を使用したのは、一般風速が7 m/s以上の場合、形成される局地風系は一般風の地形による偏向としての風系であり、7 m/s以下であれば海陸風などの熱的循環が目立ってくるからである(河村1977)。その結果、15日中3日(10月8, 18, 24日)が抽出された。いずれの対象日も対象地域が移動性高気圧に広く覆われる気圧配置であった。それぞれの日における風向の日変化を調査した結果、いずれもほぼ同様の風向の日変化を示した。そこで、本稿では最も日中と夜間の風向変化が顕著であり、熱的局地循環が発達したと推察される10月18日の事例を取り上げ、詳細に解析を行った。第4図に10月18日の15時と03時の風ベクトルを示す。

象日15日間の15時と03時における風配図を示す。

これを見ると、15時においては神戸市域の多くで南西方向の風が卓越していることがわかる。しかし、六甲山地に近い観測点をはじめとして北～北東方向の風も見られ、これらは六甲山地からの山風の可能性がある

これを見ると、15時における市街地を吹走する卓越風向は、海岸線に平行な成分が卓越する地点と直交する成分が卓越する地点の大きく2つに区分されることがわかる。日本建築学会(2000)は、神戸における海

風は、はじめ海岸線に対して直交する方向に吹き込むが、大阪湾から大阪平野へ向かって吹く大きなスケールの海風の影響を受けて西寄りの風になるため、神戸では午前中の南風から午後には南西風になることを指摘している。そこで、常時監視測定局の毎時の風向データから風向の日変化を解析した(第2表)。

第2表からわかる神戸市街地における局地風系の日変化の特徴を以下に記す。

- ①海からの南寄りの風は概ね08~09時頃から吹走し始める
  - ②15時頃に南寄りの風から西寄りの風に変化する
  - ③夜間における風向は六甲山地の走向に垂直な北成分が卓越する地点と走向に平行な東成分が卓越する地点の大きく2つに区分される
  - ④六甲山地からの風は18時頃に吹き始めるが、22時頃に東寄りの風に変化する地点とそのまま山からの風が吹き続ける地点に分かれる
- これらの特徴は、瀧本(2014)や根山(1982)とも概ね整合的である。

### 3.3 局地風系と気温日変化との関係

#### 3.3.1 全地点平均気温の日変化

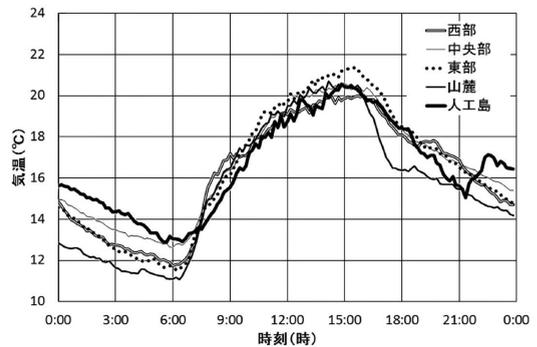
局地風系と気温日変化の関係を調査するに当たり、神戸市域の平均的な気温日変化を調査した(第5図、ただし地点18については対象日は欠測であった)。これを見ると15~17時頃にかけて生じている急激な気温の低下が特徴的である。この時間帯は前項で述べた南寄りの風から西寄りの風に移り変わる時間帯に相当している。一方で、海からの南寄りの風が吹き始める08~09時頃にかけては気温の変化のしかたに大きな差異は見られない。

次に、神戸市を気温日変化の特徴から①六甲山地に近い地点(5, 6, 7, 8, 9, 11, 19, 25)、②神戸市街地西部(1, 2, 3, 4, 12, 13)、③神戸市街地中央部(10, 14, 15, 16, 17, 26, 28, 33)、④神戸市街地東部(20, 21, 22, 23, 27, 29, 30)、⑤海上人工島(24, 31, 32)の5つの地域に区分し(第1図参照)、地域ごとに平均した気温日変化の比較を行った(第6図)。なお、便宜上以下ではそれぞれの地域を順に山麓、西部、中央部、東部、人工島と呼ぶこととする。

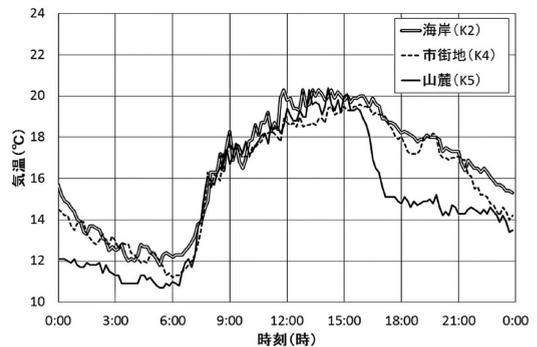
#### 3.3.2 地域ごとの気温日変化の特徴

##### 3.3.2.1 山麓の気温日変化

山麓においては、16時頃から急激に気温が低下する。その傾向は17時30分頃まで継続している。しか



第6図 5つの地域ごとの平均気温日変化(2014年10月18日)。



第7図 地点2, 4, 5の気温日変化(2014年10月18日)。

し、他の4地域の同時時間帯における気温変化率は同程度であり、山麓に比して小さい。このことから山麓において生じている気温低下が第5図に現れていたと考えられる。1時間30分における気温低下量はおよそ4°Cである。最も六甲山地に近い常時局であるHuの風向を見ると、16時頃に風向が南南東から北西に大きく変化している(第2表)。このことから、当該時間帯における山麓における気温の低下は六甲山地からの冷涼な山風によって生じていることが推察される。竹林・森山(2002)は、冷気流が最大で2°C程度低温であることを指摘している。それに比して本研究の結果は2倍程度大きい。このことから、同じ山麓であっても冷気流の気温低下効果は場所によって異なる可能性があることが示唆される。

一方、竹林ほか(2001)は、山風による気温低下効果が山際から1km程度までの範囲において期待できることを指摘している。しかし、竹林ほか(2001)は、神戸市域内の一つの谷(川)の結果の提示にとど

まっており、神戸市域全体における調査は十分になされていない。そこで、山麓から海岸にかけて一直線に並ぶ地点をそれぞれ抽出してそれらの気温変化における時間的なずれを調査し、山から下りてくる冷気流の影響範囲を調査した。第7図に冷気流による気温への影響が最も顕著に見られた地点2, 4, 5の気温日変化を示す。これを見ると、山麓の地点5では、15時40分から17時20分頃にかけて急激に気温が4.2°C低下している。そして、その後は23時頃まで概ね気温が大きく変化せず、ほぼ一定の値を示している。浜田・一ノ瀬(2011)は、長野市における山風の都市気温への影響を調査し、山風によって19時30分頃から40分間に約4°Cの気温低下が生じ、山風終了時まで気温が低下したレベルを保つことを指摘している。本研究の結果は、この浜田・一ノ瀬(2011)の指摘と整合的である。

一方、市街地の地点4、海岸の地点2においては、同時間帯においてそのような急激な気温低下は見られない。そのため、冷気流の影響は山麓(5)と市街地(4)の間までにとどまっていたものと考えられる。同様に地点(3, 6), (11, 12, 13), (7, 9), (8, 15, 16), (25, 26, 28), (27, 30), (20, 23), (21, 29), (19, 22)のそれぞれについても解析を行ったところ、(27, 30), (20, 23)以外の7組につ

いては、(2, 4, 5)と同様な傾向が見られた。一方、(27, 30), (20, 23)の2組については急激な気温低下は見られなかったことから、この2組の地点については、冷気流の影響が他地点に比してより山側までしか及んでいないことが推察される。そこで、それぞれの地点の気温日変化の解析から、夕方の急激な気温低下が観測された地点とそれ以外の地点の間に線を引くことで、六甲山地からの冷気流の影響範囲を見積もった(第8図)。これを見ると、概ね冷気流の影響範囲は山麓から平均的に1km前後まで及んでおり、竹林ほか(2001)の結果と整合的である。しかし、地点25, 27, 20の付近では冷気流の影響範囲が他に比して小さい。本研究ではその原因まで特定することができないが、河川や谷の有無などの地形の特徴が関係している可能性がある。

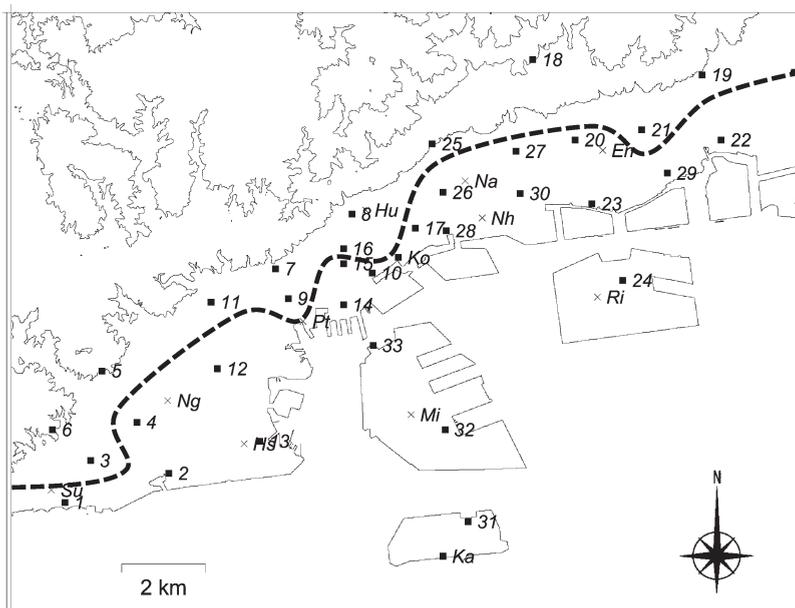
### 3.3.2.2 西部・中央部・東部の気温日変化

西部、中央部、東部の気温日変化を比較する(第6図)と、夜間においては中央部が東部、西部に比して高温傾向を示している。一方、日中は西部、中央部、東部の順に気温が高い。

特に西部は09時頃に気温上昇率が低下し、その後の気温の上昇が抑えられるために他地域に比して気温が相対的に低くなっている。西部に位置する常時局のSuやNgの風向を見ると、09時頃にそれまでの北寄りの風から東～南寄りの風に変わることがわかる。このことから、西部における気温上昇率の変化は、冷涼な海からの風によって気温上昇が抑えられることで生じていると推察される。しかし、09時前後は概ね神戸市街地において広く風向が海寄りに変化し始める時間でもあるため、なぜ西部のみにおいて気温上昇率に変化が生じるのかについては不明である。

### 3.3.2.3 人工島の気温日変化

大阪湾に浮かぶ人工島であるポートアイランドと六甲アイランドにおける気温日変化を見ると、周囲を海



第8図 神戸市域における冷気流の影響範囲概形。

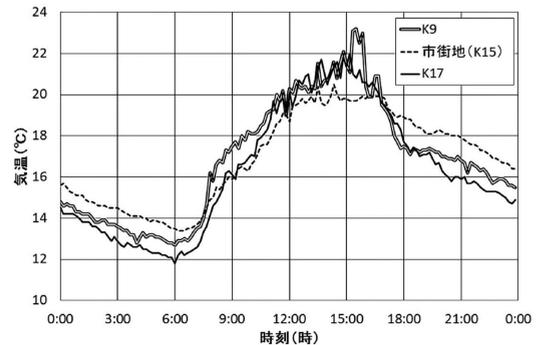
に囲まれているため気温日変化の振幅が小さくなる傾向があるといえる（第6図）。つまり、日中には低温傾向を示し、夜間には高温傾向を示している。その中で人工島上においては16～21時にかけて概ね一定の割合で気温が低下すること、その後の21～22時における気温の再上昇が特徴的である。また16～21時のうち18時頃には一時的な気温低下の停滞が見られる。それらの時間帯における風向の変化を見ると、18時前後はそれまで吹走していた海寄りの風が終了する時間帯と概ね合致している（第2表）。一方、21～22時頃は風向が東寄りに大きく変化し始める時間帯と合致している。18時以降の気温低下と風向変化の関係については本研究の結果だけでは因果関係が不明であるが、21～22時における気温再上昇については、東寄りの風が大きなスケールの陸風に対応しており、大阪平野吹走時に温まった風が通過することによる昇温である可能性がある。

### 3.3.2.4 神戸市中央部におけるヒートアイランド現象

本研究における対象地域は、ほぼ全域が市街地から構成され、隣接した場所に典型的な郊外といえる地域を持っていない。山下（1986）も一般に日本の都市はスプロール化が進んで典型的な郊外を見つけにくいと指摘している。そのため、神戸市街地においては、たとえば大規模な水田域と都市化の進展が著しい地区が共存する越谷市（榊原 1995）のような典型的なヒートアイランド現象を示す気温分布は見られないと推察される。しかし、前項の結果から夜間において市街地中央部は高温傾向を示すことが明らかとなった。

そこで、より詳細な市街地中央部の気温日変化特性を調査するために、最も市街地中心部といえる地点15（三ノ宮駅）を挟み、概ね海岸線に平行な地点9、17の日変化を比較した（第9図）。いずれの地点も典型的な市街地に位置する観測点ではあるが、15は9、17に比して周囲のビルの割合が多いことが特徴である。

第9図を見ると、15は夜間に他の2地点よりも高温傾向を示しているが、日中には反対に低温傾向を示している。このような特徴は、15の午前中における気温の上昇率は他地点に比して小さい傾向があること、12時以降気温の上昇が頭打ちになること、16～18時頃にかけて9、17では気温が急激に低下すること、そして、夜間における気温の低下率は3地点でほぼ同じであることから生じている。15は周囲をビルに囲まれて



第9図 地点9, 15, 17の気温日変化（2014年10月18日）。

いることから、午前中においては日射の影響を受けにくく、夕方～夜間においては冷涼な山風の影響を受けにくい、といったことが考えられる。また、日中の気温上昇量が小さく、夜間の気温が高いといった特徴は、都市域の熱容量が郊外に比して大きいことに起因するヒートアイランドの特徴とも共通している。このことから同じ市街地内であっても、その中の環境の違いが気温日変化に影響を及ぼすことが示唆される。

## 4. まとめ

2014年秋季における晴天日（15日）の中から典型的な晴天静穏日（10月18日）を対象として神戸市域における局地風系と気温日変化について解析を行った。

これまでの研究においては、神戸市域においては熱的局地循環が発達し、時間とともに大阪湾と大阪平野の大きなスケールの海陸風の影響を受けた風向の変化が見られることが明らかとなっていた。また、六甲山地からの冷涼な山風が夜間における市街地の気温に影響を与えていることも指摘されていた。しかし、これらの研究は平均値を用いた議論であったり、市街地域の一部に限った解析、もしくはシミュレーションに基づく解析であった。特に神戸市域内における多地点の気温観測はほとんど実施されておらず、気温日変化に関する十分な知見は得られていない。

そこで、本研究では神戸市内33地点に独自に気温観測器を設置し、典型的な晴天静穏日における気温日変化の特性を明らかにし、局地風系との関係を調査した。

その結果、以下6点が明らかとなった。

- ①各地点の気温日変化の特徴から、神戸市域を5つの地域（山麓、西部、中央部、東部、人工島）に区分

- することができる。
- ② 5つの地域ごとに平均した気温の日変化の比較から、山麓では16時以降における気温の急激な低下が顕著に見られた。この気温低下は北寄りの風向への変化と対応していることから六甲山地からの冷涼な山風によって生じている可能性がある。
- ③ 冷気流による気温低下効果の影響範囲は概ね山麓から1 km 前後であるが、影響範囲が小さい領域もあることが示唆された。
- ④ 西部、中央部、東部の比較から、西部においては09時頃から気温上昇率が低下し、日中には西部の気温が低く、中央部、東部の順に気温が高くなっており、夜間においては中央部が高温傾向を示していた。
- ⑤ 人工島上においては、気温日変化の振幅が小さい傾向があり、16時以降の一定の気温低下と21~22時における気温の再上昇が特徴的であった。気温の再上昇は、東寄りへの風向変化と対応していることから、大阪平野を吹走した相対的に高温な大きなスケールの陸風の影響を受けている可能性がある。
- ⑥ 市街地中心部の3地点の気温日変化の比較から、最中心部における気温は夜間において高温傾向を示すが、日中は反対に低温傾向を示した。
- 本研究では、典型的な晴天静穏日における局地風系と気温日変化の関係を解析した。その結果、気温日変化における特徴的な変化が局地風系の風向変化と関係していることが示唆された。しかし、風については気温に比して時間解像度が低いため、今後は風についても独自の観測点を設け、より時間解像度の高いデータを取得し、気温日変化との関係を更に調査したい。

#### 参 考 文 献

- 藤部文昭, 1981: 海陸風の季節的特性. 天気, 28, 367-375.
- 浜田 崇, 一ノ瀬俊明, 2011: 山風の流入による夏季の都市気温への影響. 地学雑誌, 120, 403-410.
- 石井義裕, 玉井昌宏, 村岡浩爾, 2000: 大阪平野におけるヒートアイランドと海陸風の相互作用. ながれ, 19, 139-142.
- 糸川文崇, 森山正和, 竹林英樹, 1998: 谷口からの冷気流による夏季夜間の市街地冷却効果に関する研究. 空気調和・衛生工学会近畿支部学術研究発表会前刷集, 35-38.
- 狩野真規, 三上岳彦, 2003: 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. 天気, 50, 81-89.
- 河村 武, 1977: 都市気候の分布の実態. 気象研究ノート, (133), 26-47.
- 清田忠志, 清田誠良, 2005: 夏季の広島市広域圏における海陸風が気温に及ぼす影響に関する研究. 日本建築学会環境系論文集, (587), 45-51.
- 宮崎ひろ志, 森山正和, 田所篤正, 1995: 神戸市域における風環境の特性に関する研究. 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-1, 965-966.
- 宮崎ひろ志, 新元美香, 客野尚志, 田原直樹, 2006: 神戸市における百葉箱を用いたヒートアイランド実態調査ー夏季高温域の形成と風況との関連ー. 人と自然, (16), 21-33.
- Mizuma, M., 1995: General aspects of land and sea breezes in Osaka Bay and surrounding area. J. Meteor. Soc. Japan, 73, 1029-1040.
- 森 博明, 小川 弘, 北田敏廣, 1994: 濃尾平野における海陸風の特徴と広域海風の出現条件. 天気, 41, 379-385.
- 中村祐輔, 重田祥範, 2014: 定点型観測と多変量解析によるヒートアイランド強度の日変化パターンの抽出ー2013年8月の埼玉県熊谷市を対象としてー. 環境情報科学学術研究論文集, 28, 379-384.
- 根山芳晴, 1982: 瀬戸内の海陸風について. 天気, 29, 653-668.
- 日本建築学会編, 2000: 都市環境のクリマアトラス. ぎょうせい, 113pp.
- 大橋喜隆, 川村隆一, 2006: 中部日本の夏季静穏日におけるGPS可降水量の日変化. 天気, 53, 277-291.
- 境田清隆, 江越 新, 倉持真之, 2011: 仙台のヒートアイランドと海風の影響. 地学雑誌, 120, 382-391.
- 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.
- 澤田岳彦, 川村隆一, 2010: 北海道の夏季静穏日におけるGPS可降水量の日変化. 天気, 57, 305-314.
- 重田祥範, 2012: 自然通風式シェルターと小型グローブ温度計の開発: 熱中症指標 WBGT 観測への適用性について. 日本生気象学会雑誌, 49, 83.
- 高橋一之, 高橋日出男, 2013: 夏季夜間の局地風系に及ぼす東京都心域のヒートアイランド現象の影響: 高密度観測網の気圧データを用いた事例解析. 天気, 60, 505-519.
- 竹林英樹, 森山正和, 2002: 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, (558), 57-61.
- 竹林英樹, 森山正和, 村上周三, 1998: 観測データによる神戸地域周辺の風系に関する研究. 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-1, 677-678.
- 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.
- 瀧本家康, 2014: 兵庫県神戸市における海陸風の統計的解析. 天気, 61, 507-513.
- 瀧本家康, 境田清隆, 2012: 暖候期静穏日における東北地方の海陸風出現に関する気候学的研究. 季刊地理学, 64, 1-11.
- 土田 誠, 吉門 洋, 1995: 東京湾岸の冬季の海風. 天気, 42, 283-292.
- 山下脩二, 1986: 日本におけるヒートアイランドの特徴とその形成要因について. 日本生気象学会雑誌, 23, 11-18.
- 大和広明, 三上岳彦, 高橋日出男, 2011: 夏季日中における首都圏のヒートアイランド現象に海風が与える影響. 地学雑誌, 120, 325-340.
- 吉野正敏, 工藤剛彦, 星野光子, 1973: 日本海岸の海陸風について. 地理学評論, 46, 205-210.

---

## A Case Study of Local Wind and Surface Air Temperature Variations in Kobe City on Sunny Calm Days in Autumn

Ieyasu TAKIMOTO\* • Yoshinori SHIGETA\*\*

\* (Corresponding author) Kobe University Secondary School. 5-11-1 Sumiyoshi-yamate, Higashi-nada, Kobe, 658-0063, Japan.

\*\* Tottori University of Environmental Studies. 1-1-1 Wakabadai-kita, Tottori, 689-1111, Japan.

(Received 7 April 2016; Accepted 21 November 2016)

---