



春季における兵庫県神戸市の海陸風の統計的解析

瀧本, 家康
三戸口, 誉之

(Citation)

兵庫地理, 59:65-71

(Issue Date)

2014

(Resource Type)

journal article

(Version)

Version of Record

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/90007191>



春季における兵庫県神戸市の海陸風の統計的解析

瀧本 家康・三戸口 誉之

1. はじめに

近年、大都市ではヒートアイランド現象が進行している。ヒートアイランド現象とは都市化の進展に伴う土地被覆の変化や人工排熱量の増大などにより都市部の気温が郊外部に比べて高温になるといった現象である。このヒートアイランドによる気温の上昇は、特に夏季における生活環境を悪化させるとともに、空調エネルギー消費量や都市生態系への影響といった様々な問題を引き起こすことが以前より指摘されている。

そこで、都市熱環境緩和の対策の1つとして風を都市内に導く「風の道」が検討されている（日本建築学会 2000）。日本の都市の多くは海に面して発達しているため、特に日中の相対的に冷たい海風を活用することが都市熱環境対策に有効である。

海風はその到達によって日中の気温上昇を抑制するだけでなく、夕方から夜間にかけても吹き続けるため、夕方以降のヒートアイランド形成を遅らせる効果があることも指摘されている（Gedzelman et al. 2003; 三上ほか 2004）。

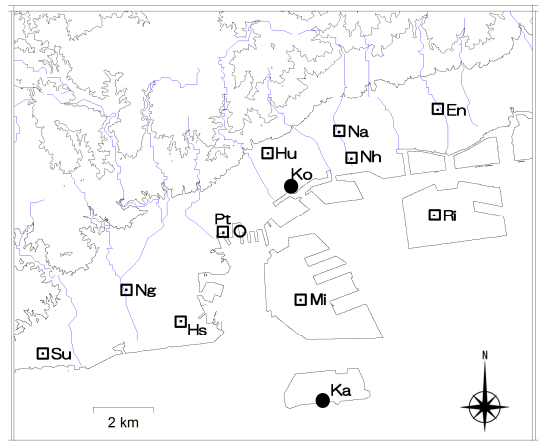
瀬戸内海に面する代表的大規模都市である兵庫県神戸市においても都市化の進展に伴い平均気温は上昇傾向にあり、1901年から2000年まで100年間の気温上昇量は 1.2°C であることが指摘されている（植木 2004）。そこで、神戸市においても都市環境の改善に海陸風の活用を考えることは今後の重要な課題であると考えられる。瀬戸内海に面する広島、大阪等の海陸風についての研究は数多く報告されている（たとえば、根山 1973）。しかし、神戸市周辺における都市スケールでの海陸風や山谷風に関する統計的な解析例は少ない。根山（1982）は、神戸における8月の平均風速と最多風向を解析し、15

時には南西、003時には東北東の風が卓越することを示している。日本建築学会（2000）は、神戸市等の常時大気測定局の風データを用いて、1990年から92年の夏季晴天日の平均の風の変化を調査し、昼間と夜間の風配図分布を示している。しかし、海陸風の日変化については十分な知見は得られていない。そこで、本研究では神戸市を対象に海陸風について統計的な解析を行い、特に海陸風の卓越風向と日変化について調査した。

2. 方法

（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、2013年現在人口154万人を超え、近畿地方の拠点都市である。都心の市街地は北方の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）。



第1図 神戸市の地形および気温観測点の分布
等高線は0,100,300,500mのみ示す
●はアメダス、■は常時局を示す

(2) 解析対象日の抽出方法

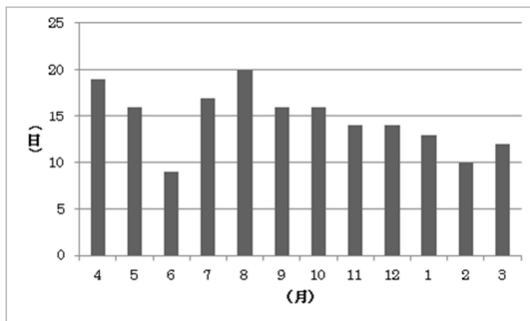
解析には第1図および第1表に示す神戸市所管の常時大気測定局 10 地点（東灘、六甲アイランド、灘浜、灘、葦合、港島、兵庫南部、長田、須磨、ポートタワー）、アメダス 2 地点（神戸、神戸空港）のデータを用いた。

第1表 各地点名と風向測定高度

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

解析に用いたデータの観測期間は、常時大気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である 2011 年度とした。

海陸風は特に晴天日に発達する。そこで土田・吉門（1995）を参考に、アメダス神戸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解析対象日を抽出した。その結果、対象日は 176 日であった（第2図）。



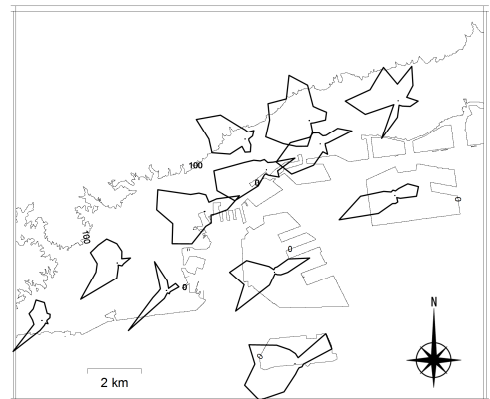
第2図 月別の晴天日数（日積算日照時間 6.0 時間以上）

3. 結果

(1) 全対象日の風配図

第3図に各地点の全対象日の風配図の分布を

示す。これを見ると、各地点の卓越風向には、西寄りと東寄りの風向が多い地点、南西寄りの風向が顕著な地点、北寄りの風向も多くみられる地点の大きく 3 つの傾向があることがわかる。特に北寄りの風向が見られる地点は六甲山地に近い傾向があり、北寄りの風は夜間における六甲山地から吹き下ろす山風に対応していると推測される。また、卓越風向が大きく 2 方向見られた地点については、日中と夜間の海陸風の入れ替わりを示していると考えられる。

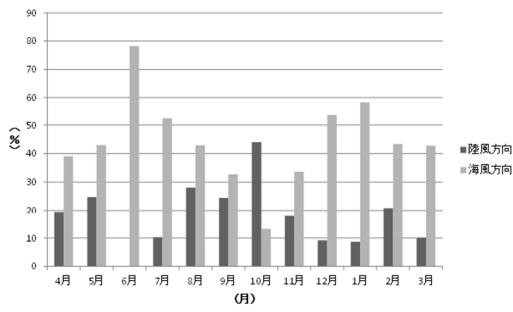


第3図 神戸市周辺の年間風配図（風配図は上が北、16 方位、風向頻度は全体が 100%）

(2) 海陸風の季節変化

次に現地確認を踏まえ、典型的な海陸風の入れ替わりが現れると考えられた灘浜局のデータを使用し月別の陸風の割合と海風の割合を解析した（第4図）。ここで、海風と陸風は全対象日の風配図における最卓越風向（16 方位） ± 1 方位の風向と定義した。すなわち灘浜では、海風を W, WSW, SW の風、陸風を NE, ENE, E の風と定義した。

第4図を見ると、海風頻度は 9, 10, 11 月に小さい傾向があるが、それ以外の月ではほぼ 40% 以上を示している。一方、陸風頻度は、海風頻度に比して全体的に小さい傾向があり、月による頻度の変化も大きい。

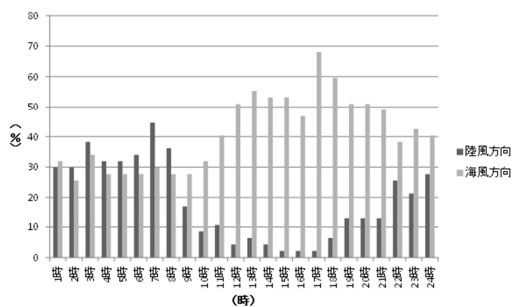


第4図 月別の陸風方向（NE, ENE, E）と海風方向（W, WSW, SW）の風の割合（灘浜測定局）

（3）春季の海陸風の日変化

第4図から、海風と陸風の頻度は月により変化することがわかった。熱的循環である海陸風は、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）。春季、夏季、秋季をそれぞれ3、4、5月、6、7、8月、9、10、11月とした場合、第4図から春季は海風と陸風の頻度の変化が他の季節に比べて小さいことがわかる。そのため春季には海陸風の入替わりが安定して生じていると考えられる。そこで、次に春季に着目し海陸風の解析を行った。

灘浜における春季の風配図を調査した結果、卓越風向やその頻度について全対象日の風配図と大きな差異は見られなかった（図省略）。



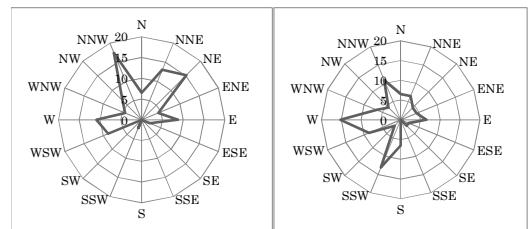
第5図 春季の灘浜の海風と陸風の風の時刻別割合

次に、各時刻における海風と陸風の割合を解析し、海陸風の日変化を調査した（第5図）。第5図を見ると、日中と夜間で顕著に海陸風の入替わりが生じていることがわかる。特に09

時から21時にかけては海風の割合が多くなっている。一方夜間においては、日中に比して海風と陸風の割合の差は小さく、夜間においても陸風の割合と同程度に海風方向の風も吹いていることがわかる。

（4）春季の03時と15時の各地点の風向頻度分布

前項の結果から、晴天日には海陸風の入替わりが明瞭に見られ、特に日中の海風は陸風に比べ卓越する割合がより顕著であることがわかった。そこで、次に各地点の03時と15時の風配図を作成し、各地点の海陸風の風向の入替わりについてより詳細に解析した。



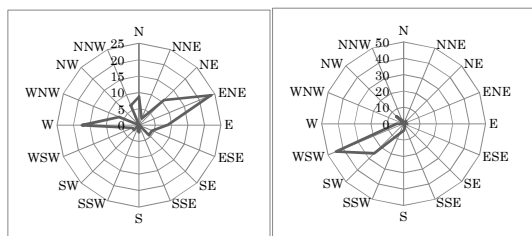
第6-a図 東灘測定局の春季、3時（左）と15時（右）の風配図、全風向の合計が100%

第6-a図に東灘測定局の03時と15時の風配図を示す。東灘測定局は六甲山地と海までの距離がほぼ等しい位置に立地しており、本研究の対象地域の中では最も東の地点である。

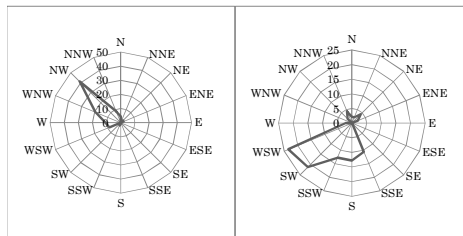
03時は北北西の風の頻度が最も多く、次いで北東から北北東の風が多くなっている。このような北寄りの風は15時には頻度が少なく、03時に特徴的であることから、六甲山地から吹き下ろす山風に対応している可能性が高い。

15時は西風の頻度が最も多く、次いで南南西の風が多い。これらの風は、03時には頻度が少ないことから海風に対応していると考えられる。

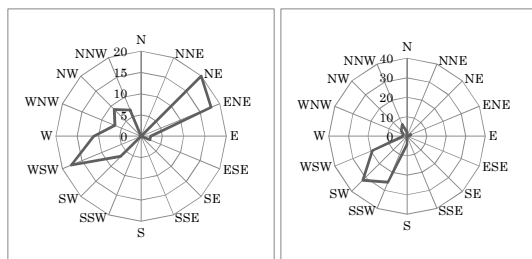
第6-b図に六甲アイランド測定局の03時と15時の風配図を示す。03時は、東北東と西の風が卓越している。15時は西南西の風が顕著に卓越し、海風に対応していると考えられる。



第 6-b 図 六甲アイランド測定局の春季、3 時(左)と 15 時(右)の風配図、全風向の合計が 100%

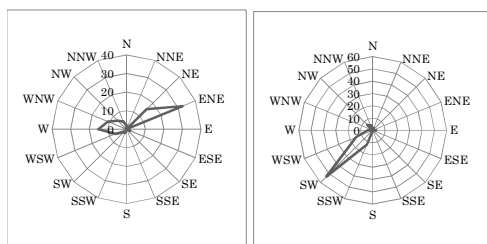


第 6-e 図 葦合測定局の春季、3 時(左)と 15 時(右)の風配図、全風向の合計が 100%

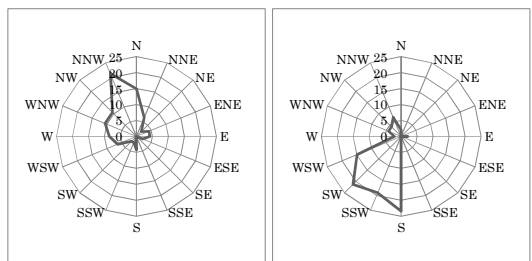


第 6-c 図 灘浜測定局の春季、3 時(左)と 15 時(右)の風配図、全風向の合計が 100%

第 6-c 図に灘浜測定局の 03 時と 15 時の風配図を示す。03 時は北東と西南西の風が卓越している。15 時は南西の風が顕著に卓越し、海風に対応していると考えられる。

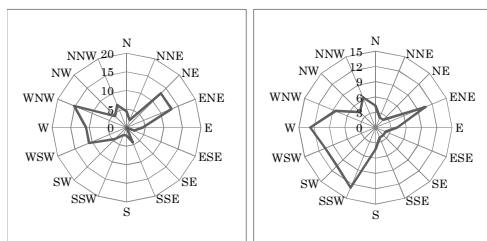


第 6-f 図 港島測定局の春季、3 時(左)と 15 時(右)の風配図、全風向の合計が 100%



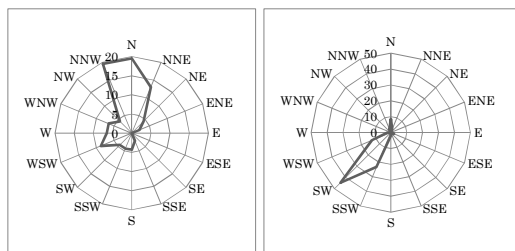
第 6-d 図 灘測定局の春季、3 時(左)と 15 時(右)の風配図、全風向の合計が 100%

第 6-d 図に灘測定局の 03 時と 15 時の風配図を示す。03 時は北北西の風が顕著に卓越している。これは六甲山地から吹き下ろす山風に対応している可能性が高い。15 時は南から南西の風が卓越し、海風に対応していると考えられる。



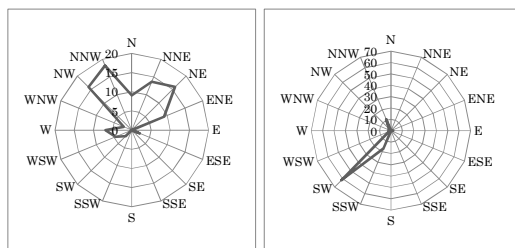
第 6-g 図 ポートタワー測定局の春季、3 時(左)と 15 時(右)の風配図、全風向の合計が 100%

第 6-g 図にポートタワー測定局の 03 時と 15 時の風配図を示す。03 時は北東・東北東と西北西の風が卓越している。15 時は南南西から西風と東北東の風が卓越し、前者は海風に対応していると考えられる。



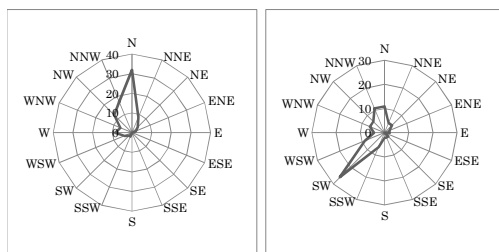
第 6-h 図 長田測定局の春季、3 時 (左) と 15 時 (右) の風配図、全風向の合計が 100%

第 6-h 図に長田測定局の 03 時と 15 時の風配図を示す。03 時は北北西と北風が卓越し、六甲山地から吹き下ろす山風に対応している可能性が高い。15 時は南西の風が顕著に卓越し、海風に対応していると考えられる。



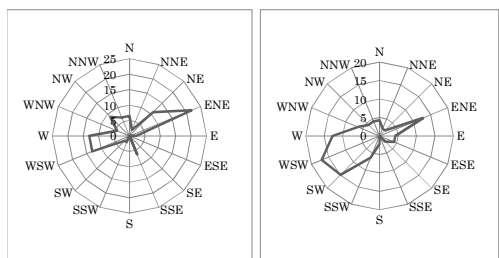
第 6-i 図 兵庫南部測定局の春季、3 時 (左) と 15 時 (右) の風配図、全風向の合計が 100%

第 6-i 図に兵庫南部測定局の 03 時と 15 時の風配図を示す。03 時は北東寄りと北西寄りの 2 方向の風が卓越し、後者は六甲山地からの山風である可能性が高い。兵庫南部は他の地点と比べて六甲山地から離れているにもかかわらず当該方向の風の頻度が高いことは特徴的である。この要因として、兵庫南部が位置する神戸市西部は神戸市の中心部に比べて、高層ビル等の割合が少ないため六甲山地からの山風が比較的遠距離まで届いていると推測される。



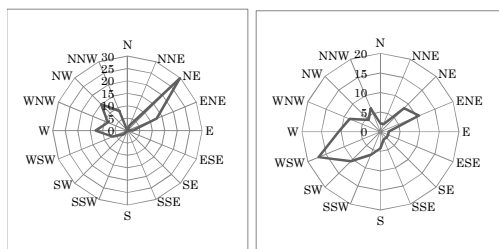
第 6-j 図 須磨測定局の春季、3 時 (左) と 15 時 (右) の風配図、全風向の合計が 100%

第 6-j 図に須磨測定局の 03 時と 15 時の風配図を示す。本研究の対象地点の中では最も西に位置している。03 時は北風が顕著に卓越し、六甲山地から吹き下ろす山風に対応している可能性が高い。15 時は南西の風が顕著に卓越し、海風に対応していると考えられる。



第 6-k 図 アメダス神戸の春季、3 時 (左) と 15 時 (右) の風配図、全風向の合計が 100%

第 6-k 図にアメダス神戸の 03 時と 15 時の風配図を示す。03 時は東北東と西寄りの風が卓越している。15 時は西から南西の風が卓越し、海風に対応していると考えられる。



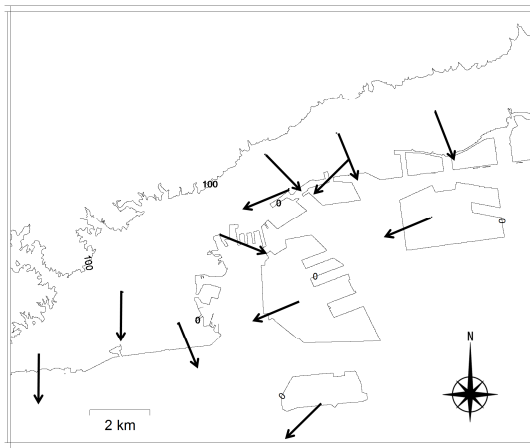
第 6-l 図 アメダス神戸空港の春季、3 時 (左) と 15 時 (右) の風配図、全風向の合計が 100%

第 6-1 図にアメダス神戸空港の 03 時と 15 時の風配図を示す。03 時は北東の風が卓越している。15 時は西南西の風が顕著に卓越し、海風に対応していると考えられる。

以上のように各地点の風配図から、15 時には南西寄りの海風とみられる風が顕著に生じていることがわかる。そして、03 時には北寄りの六甲山地から吹き下ろす山風とみられる風が生じていた。しかし、六甲山地から離れた地点では、北寄りの風はみられず東寄りの風が卓越している点が特徴的である。

(5) 春季の 03 時と 15 時の気流

最後に前項の結果を用いて、03 時と 15 時における気流を検討した。ここで各地点の気流は最多風向頻度を用いた。

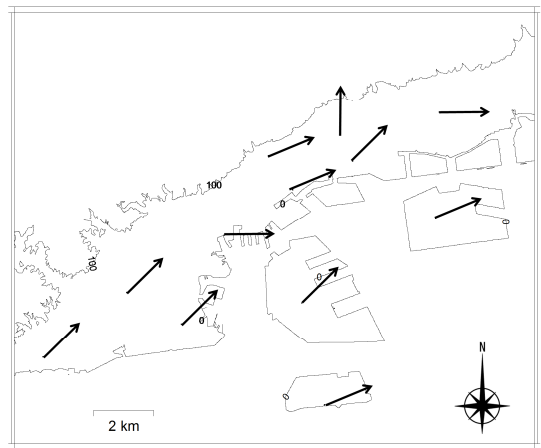


第 7-a 図 春季の 03 時における神戸市周辺の気流

第 7-a 図に 03 時の神戸市周辺の気流を示す。03 時には六甲山地に近い領域では北寄りの山風が卓越している。その一方、海上の観測地点と東部沿岸地点では東風が卓越している。この東風については、夜間には大阪平野から大阪湾に吹く大きなスケールの陸風が神戸周辺まで届いている可能性がある。

第 7-b 図に 15 時の神戸市周辺の気流を示す。15 時には神戸市周辺はほぼ西から南西寄りの風に覆われており、これは大阪平野から大阪湾

スケールの海風の一部である可能性がある。



第 7-b 図 春季の 15 時における神戸市周辺の気流

4. まとめ

2011 年の晴天日 (176 日) を対象として神戸市域に形成される海陸風の日変化について統計的な解析を行った。主な結果は以下の 4 点である。

- (1) 年間の各地点の風配図から、南西寄りの風と北寄りの風が卓越していた。北寄りの風は六甲山地からの山風と考えられる。
- (2) 海風と陸風の時刻別割合を解析した結果、日中と夜間で明瞭に海風と陸風が入れ替わっていた。
- (3) 春季における各地点の 03 時と 15 時の風配図から、15 時には南西寄りの海風とみられる風が顕著に生じていた。03 時には北寄りの六甲山地から吹き下ろす山風とみられる風が生じていた。しかし、六甲山地から離れた地点では、北寄りの風はみられず東寄りの風が卓越していた。
- (4) 03 時と 15 時における神戸市周辺の気流を解析した結果、03 時は北寄りの風と東寄りの風が卓越する地域が見られ、前者は六甲山地からの山風、後者は大阪平野から大阪湾に吹く大きなスケールの陸風と推察される。15 時は広く南西寄りの風が卓越し、大

阪平野から大阪湾スケールの海風の一部を示していると推察される。

謝辞

本稿をまとめるにあたり神戸大学附属中等教育学校神戸市気候調査班の方々には有益な助言をいただきました。ここに記して感謝の意を表します。なお、本研究は2014年3月の日本地理学会および5月の日本気象学会、兵庫地理学会春季大会で発表した内容を一部変更、加筆したものである。

参考文献

- Gedzelman, S.D., Austin, S., Cermak, R., Stefano, N., Partridge, S., Quesenberry, S. and Robinson, D.A. (2003) : Mesoscale aspects of the urban heat island around New York City. *Theoretical and Applied Climatology*, 75, 29-42.
- 三上岳彦・安藤晴夫・横山 仁・山口隆子・石井康一郎・塩田 勉・森島 済・小島茂喜・泉 岳樹, 2004: 東京都区内における夏季ヒートアイランドの時空間変動. 東京都環境科学研究所年報 2004, 11-17.
- 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.
- 根山芳晴, 1973: 瀬戸内海の家陸風に関するシンポジウム報告, 天気, 20, 63-79.
- 根山芳晴, 1982: 瀬戸内の家陸風について. 天気, 29, 653-668.
- 土田 誠, 吉門 洋, 1995: 東京湾岸の冬季の家風. 天気, 42, 283-292.
- 吉野正敏, 工藤剛彦, 星野光子, 1973: 日本海岸の家陸風について. 地理学評論, 46, 205-210.

(たきもと いえやす・みとぐち たかゆき
神戸大学附属中等教育学校)