

平成 30 年 6 月 12 日現在

機関番号：34310

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00527

研究課題名(和文) 暖候期の京阪奈地域に発達する局地循環の解析

研究課題名(英文) Local circulations developing in Keihanna area in warm seasons

研究代表者

山根 省三 (YAMANE, Shozo)

同志社大学・理工学部・准教授

研究者番号：10373466

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：暖候期晴天日の京阪奈地域周辺では、日の出後の混合層の発達に伴い、上空の風の影響を受けた風が10時頃から地上で吹くようになり、その後、大阪湾からの海風が侵入してくる。谷や山の斜面の近くでは、夜間に局所的に山風が吹き、日の出から数時間の間にその風向きが逆転する。暖候期晴天日の夕方に京阪奈地域で吹く風は、弱風、西寄り、東寄り、北寄りの4つのタイプに分類された。西寄りの風が吹く海風日では、弱風日に比べて、京阪奈地域の日最高気温の時刻や光化学オキシダント濃度が高くなる時刻が早くなる傾向がみられた。

研究成果の概要(英文)：In the Keihanna area and the surrounding region on sunny days in warm seasons, the convective mixed layer develops vigorously after the sunrise, and the winds in the direction similar to those in the upper layer begin to blow near the ground around 10am. The sea breeze from Osaka bay also forms near the coast after the sunrise and progresses inland during the daytime. The local mountain winds blow at night in the vicinity of the slopes of the mountains and valleys, and the wind direction reverses within several hours from the sunrise. The surface winds in the Keihanna area on the evening of the sunny days in warm seasons were classified into four types: weak wind type, eastward wind type, westward wind type, and southward wind type. On the sea breeze days, which were classified into the eastward wind type, the time of daily maximum temperature and the time of daily maximum photochemical oxidant concentration tend to be faster than the times on the weak wind days in the Keihanna area.

研究分野：気象学

キーワード：局地風 京阪奈地域 海風

1. 研究開始当初の背景

(1) 京阪奈地域は、京都府(京田辺市、精華町、木津川市)、大阪府(枚方市、四条畷市、交野市)、奈良県(奈良市、生駒市)の2府1県にまたがる地域で、1990年頃から関西文化学術研究都市として開発が進められている。暖候期の京阪奈地域では、大阪や京都の大都市よりも日最高気温が高くなる日や光化学オキシダント濃度が高くなる日が存在する。

(2) 暖候期の晴天日には、大阪湾からの海風が内陸に侵入し京阪奈地域にまで到達する日がある。一般に、海風が卓越するような晴天日には、盆地特有の谷風や琵琶湖からの湖風、大阪や京都などの大都市のヒートアイランド循環などの局地風や、瀬戸内海とその周辺の広域海風(伊藤 1995; Mizuma 1995)も顕著となる。

(3) 大都市を通過する海風の特徴については、関東のケースを中心として多くの研究が行われてきた。関西のケースについては、大橋・木田の一連の研究(Ohashi and Kida, 2002; 2004)により、大阪と京都の二つのヒートアイランド循環が結合することで都市域の空気が効率的に内陸に運ばれる可能性があることが指摘されている。また、Takane et al. (2013)は2007年8月前半の京都府南部の猛暑の原因を調査し、周囲からの顕熱輸送の寄与の中に、南の太平洋上から紀伊山地を越えてもたらされたものがあることを指摘した。

2. 研究の目的

(1) 暖候期の晴天日に京阪奈地域で発達する局地循環の特徴を明らかにする。また、これらの局地循環の特徴と上空の一般風、大阪湾からの海風、琵琶湖からの湖風、京都盆地、奈良盆地の山谷風との関係を明らかにする。

(2) 京阪奈地域における局地循環と気温や光化学オキシダント濃度の日変化との関係を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 京阪奈地域周辺の10地点の気象庁アメダス(大津、信楽、京田辺、枚方、生駒山、堺、能勢、針、大宇陀、五條)の日照時間データをもとに、暖候期(5月1日から9月30日まで)の晴天日を抽出した。ただし、アメダスの日照計の変更に伴うデータ連続性の問題から、解析期間を1988年から2005年までの18年間とした。本研究では10地点の8時から16時までの8時間の平均日照時間が82%以上の日を晴天日とした。82%の値は、晴天日がひと月に5日程度となるように選んだ。

(2) 京阪奈地域に位置する大気環境測定局(精華、木津、田辺、生駒)の1時間ごとの

測定値を用いて、晴天日の京阪奈地域における風向・風速の日変化の特徴を月ごとに調べ、日中に京阪奈地域で発達する局地風を風向別にタイプ分けした。

(3) 気象庁ラジオゾンデ高層気象観測データを用いて、各タイプの日の9時と21時の潮岬、輪島、米子における850 hPaの風の特徴を調べた。そして、12地点の気象庁アメダスと175地点の大気環境測定局の地上風のデータを用いて、京都盆地、奈良盆地を含む大阪平野全域における各タイプの日の地上風の日変化の特徴を調べた。また、タイプごとに気温や光化学オキシダント濃度の日変化の特徴を調べた。

(4) 水平格子間隔1 kmの領域気象モデルWRF(Weather Research and Forecasting Model)の計算結果を用いて、暖候期晴天日に京阪奈地域周辺で発達する局地循環と気温の日変化との関係を調べた。このモデル計算では、初期値・境界値の条件に気象庁メソモデルのモデル面解析値を与え、地表面の条件に国土数値情報が提供する1976年と2014年の土地利用細分メッシュのデータを与えた。2つの異なる土地利用の計算結果を比較することにより、近年の都市化が京阪奈地域の気候に及ぼす影響を評価した。

(5) 2017年8月9日から9月9日までの約1カ月の期間に京田辺市内28地点で観測された地上気温と京田辺アメダスの気象観測データを用いて、市の中心部と郊外部における気温差と地上風との関係を調べた。28地点の観測データは、公園の樹木や街路樹に小型の観測装置を設置して得られたものである。

4. 研究成果

(1) 本研究の定義をもとにした18年間(1988~2005年)の5月1日から9月30日までの晴天日は454日であり、総日数2754日(=153日/年×18年)の約16.5%(ひと月に5日程度)であった。月ごとでは5月が最も多く、梅雨時期の6月、7月が少なかった(表1参照)。

表1 各月、各タイプの晴天日の日数

	type0	type1	type2	type3	他	計
5月	28	56	12	22	12	130
6月	20	22	8	7	5	62
7月	13	32	11	2	3	61
8月	38	39	14	7	2	100
9月	41	13	12	18	9	93
計	140	162	57	56	31	446

(2) 晴天日の京阪奈地域の気温は13時から15時の間に最大となる傾向があり、風速は15時から17時の間に最大となる傾向があった。風速が最大となる時間帯の京阪奈地域では、大きく西風、東風、北風の3つの風向

が卓越していた。本研究では、晴天日の日中に京阪奈地域で発達する局地風を16時の精華の風向・風速をもとに、次の4つのタイプに分類した。

タイプ0：風速2.5 m/s未満
タイプ1：2.5 m/s以上、風向W、WSW、SW
タイプ2：2.5 m/s以上、風向E、ESE
タイプ3：2.5 m/s以上、風向NNW、N、NNE

表1に各タイプの晴天日の日数を月ごとに示した。ただし、精華の風の欠損のため、晴天日の総日数よりも分類した晴天日の総日数の方が8日少ない。晴天日16時の5月の平均風速は3.8 m/s、9月の平均風速は2.8 m/sであり、5月から9月にかけて日中の風速は弱まる傾向にあった。風速2.5 m/s以上の日では、大阪湾からの海風の風向に相当するタイプ1の日が多かった。タイプ2の日は、気温の高い7月や8月に少なく、風速の弱いタイプ0の日は8月や9月に多かった。

(3)タイプ1の日は、10時頃に大阪湾沿岸で内陸に向かう風、京都盆地で南南西の風が吹き、12時頃までに京阪奈地域を含む大阪平野、京都盆地、奈良盆地の全域で大阪湾から内陸に向かう風が吹いていた。この風は午後になって強まり、16時頃に最大となったのちに奈良盆地、京都盆地、大阪平野の順で弱まっていった。

タイプ2の日は、深夜から早朝にかけて京都盆地から大阪平野を横切って大阪湾に向かって風が吹き、日の出後にその風が強まった。午後になってその風を逆転させる海風が大阪湾沿岸で発達してくるが、京都盆地や奈良盆地への海風の侵入はほとんど見られなかった。京阪奈地域では伊賀方面からの東風が終日卓越していた。

タイプ3の日は、日の出前に大阪平野で北寄りの風が吹き、12時頃に京都盆地から奈良盆地を通して南に向かう風が吹きはじめ、午後の気温の高い時間帯にその風が強まっていた。大阪湾からの海風は、内陸に侵入するにつれて時計回りに風向きを変え、京都盆地や京阪奈地域には到達しなかった。

タイプ0の日は、午前中における京都盆地と奈良盆地の風が弱く、夕方の時間帯に大阪湾からの海風が大和川に沿うようにして奈良盆地南部に侵入してくるが、海風が京阪奈地域に到達する日は多くなかった。

(4)各タイプの日における潮岬、米子、輪島の850 hPaの風に以下の特徴が見られた。タイプ1では、米子と輪島の風が南西寄りとなることが多かった。タイプ2では、潮岬の風が東寄りとなることが多かった。8月では、潮岬の風が10 m/s程度の東風であったのに対して、米子と輪島の風は弱かった。タイプ3では、3地点とも全般的に北寄りの風であった。9時の米子は北東風を示すことが多か

った。タイプ0では、5月と6月の米子と輪島において9時の風は北寄り、21時の風は南寄りとなることが多かった。8月は米子と輪島で西寄りの風、潮岬で弱い風となる傾向が見られた。これらの850 hPaの風向は、京都盆地や奈良盆地、大阪平野内陸部の都市域で10時頃から卓越しはじめる地上風の風向によく対応していることが分かった。内陸の都市域では、日の出以降の混合層の発達に伴い、上空の一般風の影響を受けた風が地上で吹き始め、その後大阪湾から侵入してきた海風の影響が重なってくるものと解釈された。

(5)日数の多いタイプ0とタイプ1について、京阪奈地域における気温の日変化の特徴を比較した結果、タイプ1に比べて風の弱いタイプ0では気温の日較差が大きく、日最高気温の時刻が遅れる傾向が見られた。午前中から昼過ぎまでの時間帯では、タイプ0よりタイプ1の気温の方が高く、夕方から日没後数時間までの時間帯でタイプ0の気温の低下率が大きい傾向が見られた。タイプ2の日最高気温はタイプ0やタイプ1と同程度であったが、5月と9月のタイプ3の日最高気温は、他のタイプよりも低くなる傾向が見られた。

(6)晴天日の光化学オキシダント濃度は、日中の午後に最大となることが多く、その値は太陽高度の高い6月と7月に大きくなる傾向がある。京阪奈地域の光化学オキシダント濃度は、タイプ1の日では正午から14時までの間に最大となることが多く、タイプ0の日では15時から17時までの間に最大となることが多かった。タイプ0とタイプ1のそれぞれで平均した光化学オキシダント濃度の日変化では、どちらもピーク時に環境基準の60 ppbを超えていた。タイプ0とタイプ1に比べてタイプ2の日の光化学オキシダント濃度は低くなる傾向が見られた。

(7)晴天日の桜井における風の日変化には、山谷風がはっきりと見られた。桜井と宇陀とを結ぶ谷に沿って、夜間に奈良盆地に流れ込む山風が吹き、9時から11時までの時間帯に逆向きの谷風が吹いていた。日中の午後の風は上空の一般風の影響を受けた風となっていた。また、御所では晴天日の夜間に奈良盆地に流れ込む北向きの山風が吹き、日中の午前中に風向きが逆転していた。このような局地的な風は、晴天日の夜間により明瞭にみられた。晴天日のタイプに関係なく、柏原では夜間に大阪平野に流れ込む東北東の風が吹き、木津では夜間に伊賀との間の木津川の谷に沿って東寄りの風が吹き、王寺では夜間に生駒山地と松尾山との間の谷に沿う北風が吹き、大津では琵琶湖に向かう南風が吹くことが確認された。また、京阪奈地域の夜間では、京田辺と精華で南寄り、枚方で東寄りの弱い風が吹くことが分かった。これらの風は京阪奈丘陵の山風に相当するものと考えられる。

(8) 領域気象モデルの計算結果は、大阪湾からの海風が内陸の気温上昇を抑えるはたらきがあることを示した。京阪奈地域の日最高気温は、夕方までに海風が到達せず、また、日中の風速が弱い日に高くなる傾向が見られた。土地利用を変えたモデル計算結果の比較から、都市化が進行してきた京阪奈地域の地上気温は、夕方から深夜までの時間帯において、1976年の土地利用の場合よりも2014年の土地利用の場合の方が2程度高かった。このような気温上昇は、大阪北東部および東部、京都南部、奈良北西部、和泉山地の北部と南部において同様にみられた。また、これらの気温上昇域では、0.2 hPa程度の地上気圧の低下がみられ、その気圧変化に応じた風の変化が確認された。

(9) 京田辺市の中心部で平均した気温から郊外部で平均した気温を差し引いた気温差は、晴天日の日没後から深夜0時頃にかけて大きくなる傾向があることが分かった。いくつかの晴天日では、日中に吹き始めた風速2~3 m/s程度の北北西の風が日没後もしばらく吹き続け、その風が止んだ後に気温差が大きくなっていった。日没後から深夜かけての時間帯では、気温差と風速との間には高い負の相関がみられた。これは、風の弱い夜間に郊外部で接地逆転層が早く発達して気温差が大きくなることを反映したものと考えられる。

<引用文献>

伊藤久徳, 1995: 近畿地方の広域海風に関する数値実験. 天気, **42**, 17-27.

Mizuma, M., 1995: General aspects of land and sea breezes in Osaka Bay and surrounding area. *J. Meteor. Soc. Japan*, **73**, 1029-1040.

Ohashi, Y. and H. Kida, 2002: Local circulations developed in the vicinity of both coastal and inland urban areas: A numerical study with a mesoscale atmospheric model. *J. Appl. Meteor.*, **41**, 30-45.

Ohashi, Y., and H. Kida, 2004: Local circulations developed in the vicinity of both coastal and inland urban areas: Effects of urban and mountain areas on moisture transport. *J. Appl. Meteor.*, **43**, 119-133.

Takane, Y., Y. Ohashi, H. Kusaka, Y. Shigeta, and Y. Kikegawa, 2013: Effects of synoptic-scale wind under the typical summer pressure pattern on the mesoscale high-temperature events in the Osaka and Kyoto urban areas by the WRF model. *J. Appl. Meteor. Climatol.*, **52**, 1764-1778.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計0件)

〔学会発表〕(計4件)

安田 朱里、山根 省三、高密度定点気象観測による京田辺キャンパス周辺の局地気候の調査、日本地球惑星科学連合 2016 年大会、2016 年

北城 佑記、山根 省三、大阪における海風の長期変動とその要因、日本気象学会 2016 年度秋季大会、2016 年

安田 朱里、山根 省三、京田辺市の冬季夜間におけるヒートアイランド現象について、日本気象学会 2017 年度秋季大会、2017 年

山根 省三、暖候期の京阪奈地域に発達する局地循環の解析、日本気象学会 2018 年度秋季大会、2018 年(予定)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山根 省三 (YAMANE Shozo)

同志社大学・理工学部・准教授

研究者番号: 10373466

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

なし