

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 1 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24560664

研究課題名(和文)大阪平野に流入する冷気流の夜間ヒートアイランド対策としての利用可能性に関する研究

研究課題名(英文)Nocturnal drainages which flow into the Osaka Plain and their usage as a countermeasure for nocturnal heat-island phenomena

研究代表者

玉井 昌宏(Tamai, Masahiro)

大阪大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：70197557

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円

研究成果の概要(和文)：夜間に山地から平野に向かって吹く風のことを山風と呼ぶ。本研究では大阪平野の夜間のヒートアイランド現象の対策として、周辺山地から流入する山風が利用可能であるかどうかを検討した。大阪平野北側の北摂山地において発生する山風(北部冷気流)と東側の生駒山地あるいは南側の和泉山地において発生する山風(東部冷気流)を検討対象とした。アメダスデータなど気象観測データを分析することによって、これらの山風が山麓地域の気温を1～2程度に低下させること、地面を這うような密度流的な風速分布を持ち、100m程度の層厚と数m/s程度の風速を持つ規模の大きい気流であることなどがわかった。

研究成果の概要(英文)：The Osaka Plain faces with the Hokusetsu and the Rokko Mounts on the north, with the Ikoma Mounts on the east and with the Izumi Mounts on the south. Mountain winds are supposed to occur on slopes of the mounts and flow into the plain in nighttime. The purpose of the study is to examine whether the mountain winds can be used for a countermeasure for nocturnal heat-island phenomena in the Osaka Plain.

The results indicate that the mountain winds decrease nocturnal air temperature in the foots of the mounts by a few degree and that the winds have velocity profiles quite similar to those of gravity density currents which flow on inclined planes and have vertical thicknesses of several hundred meters and horizontal velocities of several meter per second.

研究分野：土木環境システム

キーワード：都市ヒートアイランド 冷気流 山風 都市大気環境

## 1. 研究開始当初の背景

都市域のヒートアイランド現象の影響軽減のためには、人工排熱抑制や地表面熱収支の改善に加えて、とくに沿岸域や盆地などでは、海陸風、山谷風といった局地循環風の活用が期待される。昼間のヒートアイランド現象と海風との関係を明らかにしようとする研究は種々行われており、風の道対策が各地で提案されるに至っている。これに対して、夜間のヒートアイランド現象に関する研究は少ない。いくつかの既往の研究は、山麓地域における山風の気温低下効果を提示している。一方、筑紫平野や高知平野を対象とした研究を参照すると、冷気流の効果は気象状況によって変化し、必ずしも気温低下に貢献しないことが報告されている。従って、夜間のヒートアイランド対策として、これらの気流を利用しようとするならば、対象地域ごとに、気温低下効果や発生条件などを検討する必要がある。

大阪平野は北に北摂山地や六甲山地、東に生駒山地、金剛山地、南に和泉山地、西に大阪湾に囲まれた狭小な平野である。加えて、京都盆地から淀川が、奈良盆地から大和川が流入するなど、周辺盆地と多数の河川で接続しており、こうした地形状況から様々な局地循環風の形成が見込まれる。また、大阪平野においてもヒートアイランド現象が発生するとされており、この局地循環風がヒートアイランド対策として有効に利用されることが期待される。大阪平野の昼間のヒートアイランド現象に対する海風の気温低下効果については盛んに研究されており、すでに海風を活用した「風の道」対策が提案されている。これに対して、周辺山地からの山風や陸風と夜間ヒートアイランドとの関連についてはほとんど研究されていない。

## 2. 研究の目的

本研究では、北摂山地あるいは六甲山地か

ら大阪平野北部地域に流入すると推測される冷気流（北部冷気流）と生駒山地や和泉山地から流入すると推測される冷気流（東部冷気流）について、これらが夜間ヒートアイランド対策として利用可能かどうかを明らかにするために、以下の3点について検討する。

- (1) これらの冷気流の気温低下効果とその発生条件を明らかにする。
- (2) これらの冷気流の空間構造や地表面熱収支に及ぼす影響を明らかにする。
- (3) これらの冷気流の発生機構を明確にして、周辺山地域の土地利用状況などが発生状況や流動構造に及ぼす影響を明らかにする。

## 3. 研究の方法

- (1) 大阪平野に流入する各冷気流の気温低下効果と発生条件を明確にするために、アメダス等の各種気象観測データの分析を行う。地上風向の日変動パターンを特定することによって、冷気流発生日を抽出する。発生日と非発生日間の気温変動特性を統計的に分析することにより、気温低減効果を明らかにする。加えて、日積算日射量や地衡風風速ベクトルなどを説明変数とし、風向変動パターンを目的変数とした非線形判別分析を実施する。これら説明変数による判別可能性を示したうえで、各パターンの説明変数の分布状況から冷気流発生条件を検討する。

- (2) 冷気流の空間構造を把握するために、冷気流発生時に現地観測を実施する。加えて、各種気象観測データの分析を行う。気流の鉛直構造を把握するために、パイロットバルーン観測を行う。また、超音波風速計と温度計により、地表付近の乱流フラックス等を観測し、冷気流の気温低下や乱流輸送に及ぼす影響について検討する。加えて、アメダスや大気汚染常時観測データにより地表付近の風速ベクトルや気温の分布を把握して、気流の平面的な拡がり状況について検討する。

- (3) 冷気流の流動構造と発生要因の把握の

ために、数値計算を行う。数値計算には現有の3次元大気流動モデルであるHOTMACを用いる。

#### 4. 研究成果

##### (1) 北部冷気流の気温低下効果と発生条件

図-1は北部冷気流が到達しているアメダス豊中と、これが到達していないと推測されるアメダス大阪との気温差の夜間6時間分の積算値を示している。図中Dの北部冷気流が発生する日では、概ね12、1時間当たり2の気温差が形成されていること、それ以外のパターンの日と比較して、気温差が有意に大きいことがわかった。加えて、図-2のアメダス大阪の日最低気温の分布より、この冷気流が大阪の夜間は低下させていないことがわかった。

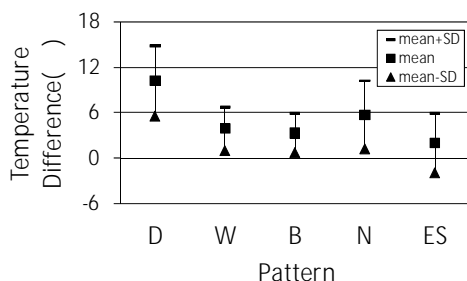


図-1 アメダス大阪，豊中の夜間気温差

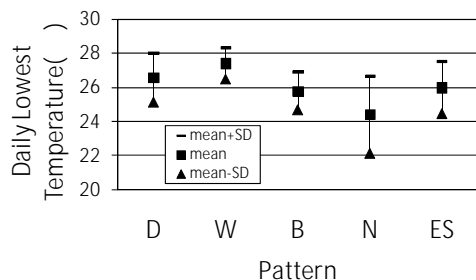


図-2 アメダス大阪の日最低気温

また、この冷気流は、地衝風が微弱で、日積算全天日射量大きい条件下において発生しやすいことがわかった。

##### (2) 東部冷気流の気温低下効果と発生条件

東部冷気流についても北部冷気流と同様

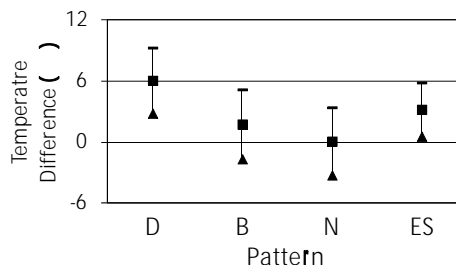


図-3 アメダス大阪と八尾の夜間気温差 (誤判定を除いた群)

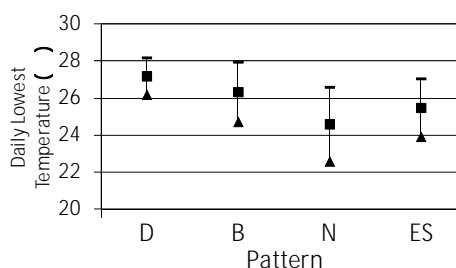


図-4 アメダス大阪の日最低気温 (誤判定を除いた群)

に分析を行った。その結果、図-3と図-4に示したように、この冷気流はアメダス八尾付近の東部地域の夜間気温を平均的に1程度低下させるものの、大阪平野中心部付近のアメダス大阪の気温は低下させないことがわかった。

##### (3) 北部冷気流の流動構造

図-5は冷気流の流入時の地表付近の風速ベクトルおよび気温の分布図である。これらの分布より、この気流が北摂山地より流入していること、流入により気温が低下すること、また、この気流が大阪市付近にまでは到達しないこと等が明らかになった。

図-6は、パイロットバルーン観測による冷気流の南北方向風速成分の鉛直分布である。同図より、この冷気流が傾斜面を下降する重力密度流に類似した流動構造を持つこと、この気流が山風であることが明らかになった。

加えて、地上風速と温度の乱流計測により、この山風が地表付近の成層化を強化して、鉛

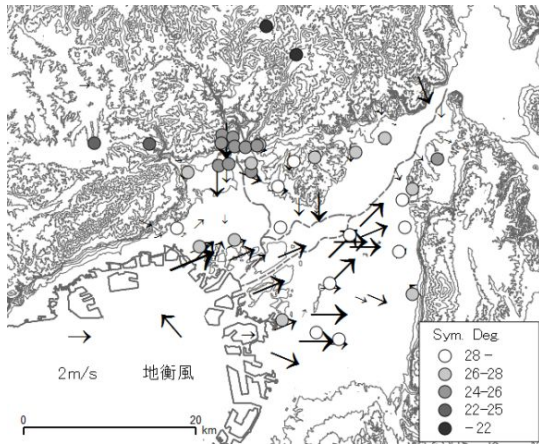


図-5 冷気流流入時の風速と温度の平面分布  
(2012年9月12日, 21:00)

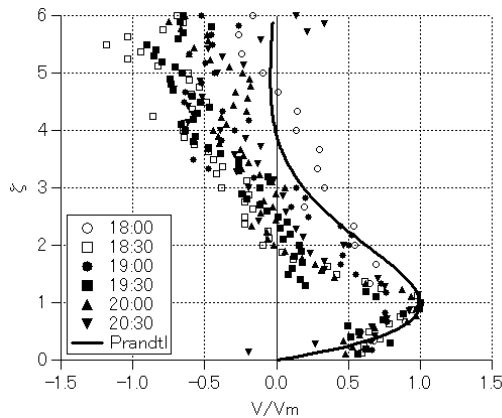


図-6 水平方向風速南北方向成分の鉛直方向分布(2012年11月16日, 正值:北風)

直風速の乱れ強度を低下させるものの、温度乱流輸送は低下させないことがわかった。

#### (4) 東部冷気流の流動構造

パイロットバルーン観測及びアメダス等の気象データの分析により、大阪平野東部地域に流入している冷気流の形成要因や流動構造について検討した。

平野東部地域で観測される冷気流は、生駒山地と和泉山地において発生した山風であることがわかった。初めに山麓までの距離の近い生駒山地からの山風が流入し、その後、和泉山地の山風が到達すると地表付近ではこれが優勢になる。生駒山地と和泉山地の山風は、100～150m程度の層厚を持ち、2～3m/s程度の風速を持つが、生駒山地からの山

風の規模は和泉山地のそれに比較して小さいと考えられる。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 3件)

1. 玉井昌宏, 鳥山仁(2013):パイロットバルーンを用いた大阪平野北部冷気流の観測, 土木学会論文集 G(環境), Vol.69, III-205-213.

2. 玉井昌宏, 太田晋一(2012):大阪平野東部冷気流の発生条件と北部冷気流との関連性, 土木学会論文集 G(環境), Vol.68, III-585-593.

3. 玉井昌宏, 太田晋一(2011):大阪平野北部冷気流の発生条件と夜間ヒートアイランド現象との関係, 土木学会論文集 G(環境), Vol.67, III-749-759.

〔学会発表〕(計 5件)

1. 玉井昌宏(2014):大阪平野北部冷気流の風速分布の観測, 日本ヒートアイランド学会第9回全国大会, A-29.

2. 玉井昌宏(2013):大阪平野北部地域に流入する冷気流の発生条件と夜間ヒートアイランドとの関係, 日本ヒートアイランド学会第8回全国大会, A-04.

3. 鳥山仁, 太田晋一, 玉井昌宏(2011):大阪平野北部地域に流入する冷気流の観測, 土木学会第66回年次学術講演会, -127.

4. 太田晋一, 玉井昌宏(2011):大阪平野北部地域における冷気流の発生条件と夜間ヒートアイランドに及ぼす影響分析, 土木学会第66回年次学術講演会, -128.

5. 鳥山仁, 太田晋一, 玉井昌宏(2011):パイロットバルーンによる大阪平野北部冷気流の観測, 平成22年度土木学会関西支部年次学術講演会, -20.

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

取得状況(計 0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

玉井 昌宏 (TAMAI, Masahiro)  
大阪大学・大学院工学研究科・准教授  
研究者番号：70197557

##### (2) 研究分担者

( )

研究者番号：

##### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：