

大阪大学工学部

大阪大学大学院工学研究科

大阪大学大学院工学研究科

学生員 ○鳥山 仁

学生員 太田 晋一

正会員 玉井 昌宏

1. はじめに

ヒートアイランド現象による熱帯夜の増加が問題となっているが、その対策として冷気流の活用が提唱されている。ところが冷気流の発生条件や流動構造、ヒートアイランド現象との関係はほとんど明らかになっていない。筆者らは周辺山地より大阪平野に流入する冷気流を対象として研究を行っており¹⁾²⁾、前報²⁾では大阪平野北部の北摂山地から流入する冷気流の発生条件や気温低下効果を明らかにしている。本研究ではパイロットバルーン観測を行い、その流動構造について検討する。

2. 観測方法

観測は淀川水系猪名川の河川敷において行った。神崎川との合流地点より約 10km 上流の地点である。観測地点の北方には標高 500m 前後の北摂山地が控えており、山麓までの距離は約 2km である。観測地点から約 3km 南西に AMeDAS 豊中の、同じく南西に約 17km のところに AMeDAS 大阪の観測点がある。

パイロットバルーン観測においてはデジタル測風経緯儀（株タマヤ計測システム、TD-4）を用いて上空数 100m までの風向、風速を観測した。上昇速度は 130m/min に設定し、バルーンの位置の測定時間間隔は 6 秒とした。また、同時に三次元超音波式風向風速温度計（株クリマテック、CYG-81000）を用いて地上 2m の風向、風速、気温を測定した。データのサンプリングは 10Hz に設定した。

単発的な観測を可能にするために前報²⁾では冷気流の発生条件を検討している。その結果、地衡風が西寄りで微弱、日積算全天日射量が多い日に冷気流が発生しやすいことが明らかとなった。この結果に留意し、天気図と AMeDAS データを用いて観測実施可否の判断を行った。

3. 観測結果

ここでは 2010 年 11 月 6 日に実施した観測結果について説明する。この日の日本列島は朝鮮半島沖の済州島付近に中心を有する高気圧に覆われ全国的に晴天であった。大阪の日最高気温は 19.7℃、日没時刻は 17:00 であった。

図 1 にパイロットバルーン観測によって得られた水平風速ベクトルの時間 - 高度断面図を示す。空白の部分は気球の追跡ができなかったためのデータ欠損である。17:00 までは大阪湾からの海風と考えられる南西寄りの風が観測高度全域で卓越している。18:00 に高度 100m 以低の地表面付近で北寄りの風に変化しており、冷気流の流入を示している。上空では西寄りの風が継続しており、地表面付近の風の発生要因が上空風のそれとは異なっていることが予想される。図 2 に南北方向風速の鉛直分布を示す。

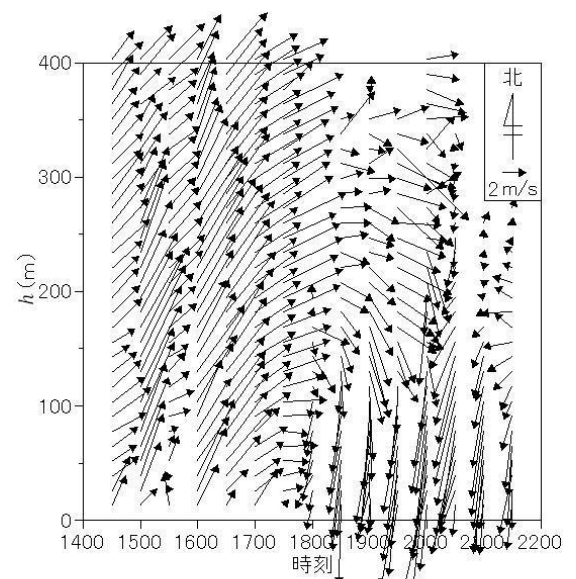


図 1 水平風速ベクトル
時間 - 高度断面図

風速は各時刻の最大風速 $v_{\max}$ により、鉛直方向距離はこの最大風速を示した高度 $h_{v\max}$ により無次元化されている。図中の実線は Prandtl の斜面下降流の理論解³⁾である。18:30 と 20:00 を除けば実測された風速分布はこの理論解に類似していることがわかる。このことから、18:00 以降の地表面付近の気流が冷気流であることがわかる。既述の 18:30 と 20:00 を除けば $h_{v\max}$ は概ね 50m~80m であった。 $h/h_{v\max} = 4$ を冷気流の上方境界面であると仮定すれば、冷気流高さは 200m~300m 程度になる。この結果は福田⁴⁾が福岡平野で行った観測の結果と同様である。 $v_{\max}$ は冷気流流入開始の 18:00 には 3.5m/s 程度であったが、19:30 には 10m/s を超えた。その後は減少し、21:30 には約 5.5m/s となった。

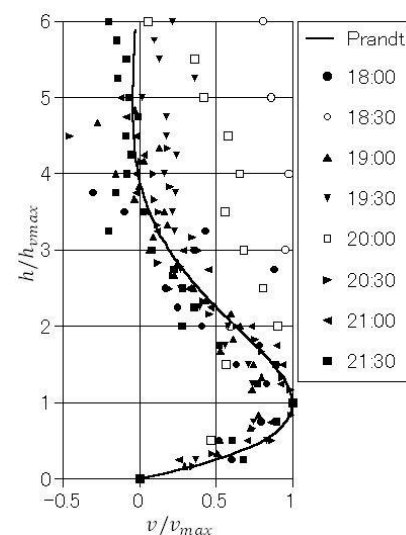


図2 風速南北成分 鉛直分布図

図3に風向、風速、気温、鉛直方向風速の乱れ強度、気温変動の乱れ強度、温度フラックスの時系列を示す。風向、風速、気温は観測時刻の前10分間平均値、各乱れ強度と温度フラックスは観測時刻の前1分間平均値で平均水平方向風速と平均気温で無次元化されている。

風向は北を 0° とする時計回りの度数法で表示されている。18:00に観測地点において風向が西から北へと急変している。気温についても急激な低下が見られ、この時刻に冷気流が開始していることがわかる。AMeDAS 豊中についても同時刻に同様の傾向が見られる。冷気流の流入により約 2°C 気温が低下する。温度フラックスは冷気流流入直前の 17:50 頃に小さくなるが、これは鉛直方向風速の乱れ強度も小さくなっていることから気流の乱れが弱まるためだと推察できる。冷気流の流入後は負の温度フラックスが発生している。これは地表面温度が気温より低い状態に冷気流が流入し、顕熱輸送が発生するためと考えられるが、冷気流により地表面付近に低温の気流が流入しているためとも考えられる。冷気流流入後の温度フラックスや鉛直方向風速の乱れ強度は流入前のそれらと比較して小さな値を示しており、温度成層の強化によって乱れが抑制されていることが予想される。

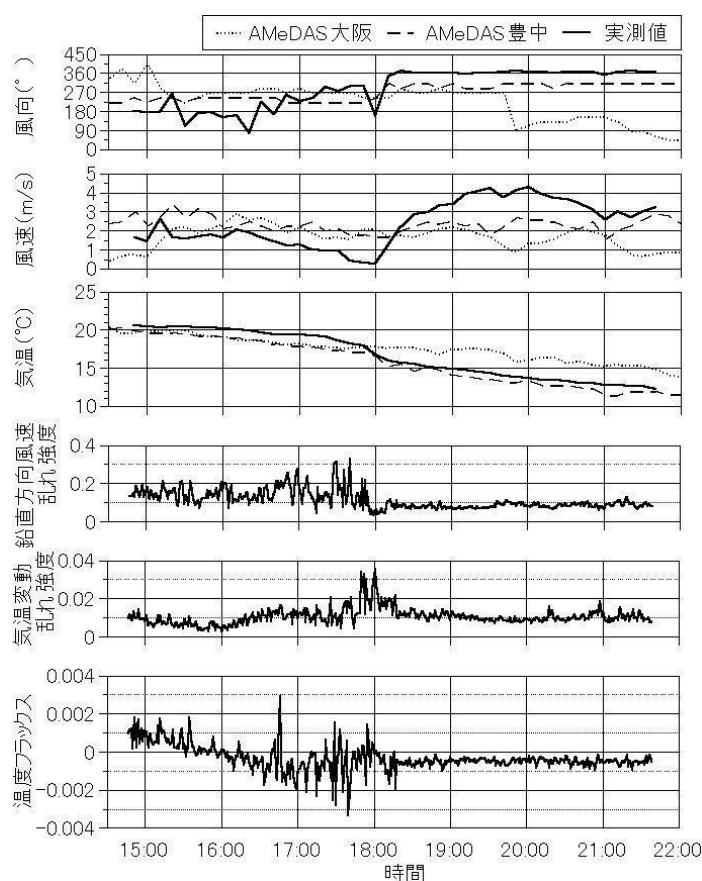


図3 風向、風速、気温、鉛直方向風速の乱れ強度、気温変動の乱れ強度、温度フラックスの時系列

参考文献

- 1) 玉井昌宏・富林千尋：大阪平野に流入する冷気流に関する数値計算，環境システム研究論文集 Vol.37, pp83-91, 2009.10.
- 2) 玉井昌宏・太田晋一：大阪平野北部地域における冷気流の発生条件，土木学会第 65 回年次学術講演会講演概要集，2010.
- 3) 白倉昌明・橘藤雄：流れ学（下），コロナ社，pp253-255, 1975.
- 4) 福田和代：福岡平野に流出する夜間冷気流の野外観測，日本風工学会論文集 93, pp103-113, 2002.