

福岡平野における冷気流フロントの構造

九大総理工 学生会員○福田和代 酒井聡一郎
 九大総理工 非会員 梅山千穂
 九大総理工 正会員 松永信博

1. はじめに

山地斜面上において冷気が重力により流れ下る現象は冷気流と呼ばれる。この現象は一般風の弱い晴天日の夜間に発生することが多い。冷気流の規模は地形によって様々であるが、厚さ100m以上の冷気流はリモートセンシング技術を用いて調べられている。千葉ら¹⁾は高知平野に出現する冷気流観測を行った。また、Blumen²⁾はボルダーにおいて観測された冷気流の乱流特性を記述した。本研究では、沿岸都市域に流出する冷気流の構造を調べることを目的とし、2000年の夏季に福岡平野において行われた観測結果にもとづき、冷気流の鉛直構造と顕熱フラックスの変化について述べる。

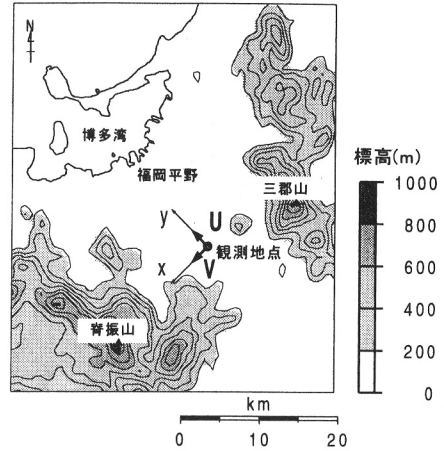


図-1 観測地点。

2. 観測概要

野外観測は博多湾の海岸線から約14km内陸に位置する福岡県春日市九州大学春日キャンパス(北緯33° 31' 12" , 東経130° 28' 41")において、2000年7月17日から18日にかけて行われた(図-1参照)。この地域は南西部を脊振山系に、東部を三郡山系に囲まれているため、一般風の弱い晴天日の夜間には年間を通じて南東寄りの風が出現することが確認されている³⁾。本研究では、この風を冷気流として取り扱う。

地上付近の気象要素と大気境界層下部の風速分布について次のような観測を行った。高度 $z=10.2\text{m}$ に設置されたプロペラ式風向風速計を用いて風向・風速を1分間隔で測定した。同時に、サーミスタ温度計を用いて地表面温度と $z=10.2\text{m}$ における気温を1分間隔で測定した。また、放射収支計を用いて正味放射量の10分平均値を得た。上空風の観測にはドップラーソーダを用い、 $z=45\sim 405\text{m}$ の合計19高度における風速の鉛直分布と $z=25\sim 625\text{m}$ の範囲におけるエコー強度が測定された。エコー強度とは、上空の気温変動による音波の散乱強度である。そのため、エコー強度の分布を用いて、大気の状態を推定することが出来る⁴⁾。

3. 熱収支解析

地表面における顕熱フラックスは、地表面温度、 $z=10.2\text{m}$ における気温および風向・風速の10分平均値を用い、バルク法によって求められた。ここで、地表面の粗度 z_0 は近藤⁵⁾の方法と同様に、国土数値情報データ(土地利用メッシュ)を用いて16方位に分類される風向毎に求められた値を用いた。 z_0 の値の

範囲は0.2~0.7mであった。また、温度粗度 z_T の値は、近藤⁵⁾を参考にして、 $z_T=z_0/10^3$ を用いて求められた。

4. 観測結果と考察

図-2に $z=10.2\text{m}$ における風向WDと風速WSの時系列を示す。17日の21時40分までは、北寄りの海風が吹いていることがわかる。その後、17日22時から18日の0時40分にかけて、WSは減少し、WDが北から東南東へと変化し、0時40分に東南東寄りの冷気流が吹き始めることがわかる。6時までの風向は、東から南東の範囲である。図-3(a),(b)にエコー強度と風速Uの時間一高度断面図をそれぞれ示す。ここで、風速Uは風向135度に沿った水平風速成分である(図-1参照)。(a)から、冷気流の厚さは250mであると見積もられる。(b)から、Uは1時過ぎに増加し、 $z=120\text{m}$ 付近において、 $U>4\text{m/s}$ の極大値をもつことがわかる。その後、Uは3時頃から減少するが、4時30分以降の時間帯において再び風速が増加し、 $z=120\text{m}$ 付近に $U>4\text{m/s}$ の極大値をもつことがわかる。このように、Uが2回のピークをもつ原因としては、冷気の堆積する時間スケールや一般風の変化が考えられる。しかしながら、今回得られた観測値だけでは原因が特定できないため、上流側の地形や気象要素についてさらに解析する必要がある。

図-4に顕熱フラックスHの時系列を示す。ここで、Hの符号は地表面へ入力する場合を負とする。海風から陸風へと以降する21時から1時にかけて、ほぼ無風状態のため、 $H=0\text{W/m}^2$ である。冷気流が吹き始め、 $WS=2.0\text{m/s}$ になると、 $H=-5\sim -10\text{W/m}^2$ となる。これは、

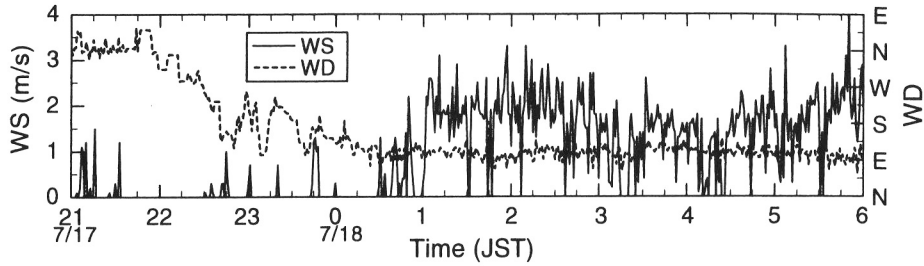


図-2 風向WDおよび風速WSの時系列.

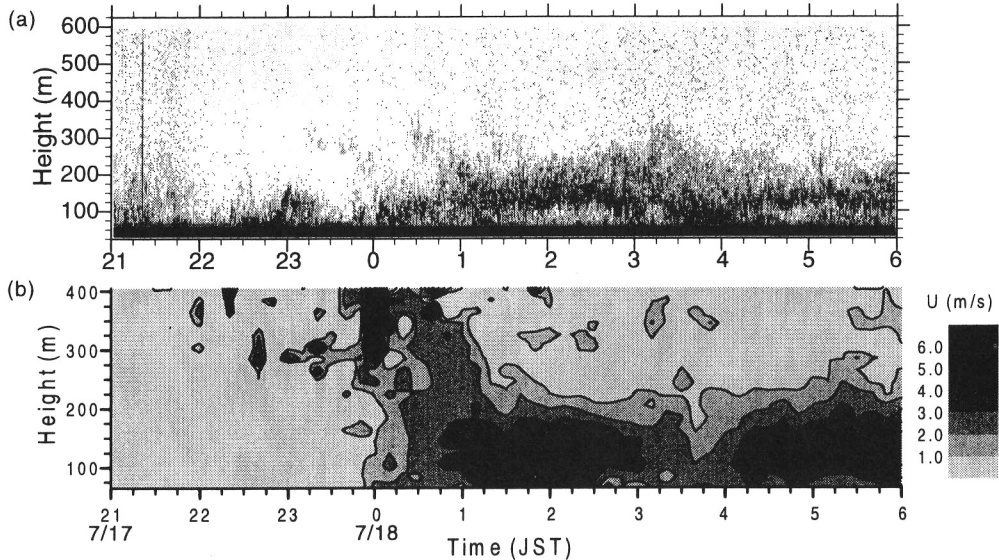


図-3 (a)エコー強度および(b)水平風速Uの時間—高度断面図.
Uの等値線は、 $U \geq 1\text{m/s}$ の領域に1m/s毎に描かれている。

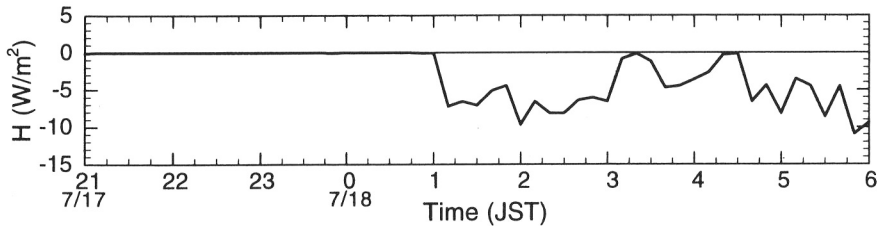


図-4 顕熱フラックスHの時系列.

冷気流が吹くことによって、上層の空気から無風状態の下で放射冷却された地表面へ熱が輸送されていることを示す。この時間帯の正味放射量は平均して -35W/m^2 であることから、Hは正味放射量の約15~30%を占めることがわかる。

今後は、冷気流が放射冷却した地表面に対して顕熱を与え、地表面の冷却を抑制する点に着目し、冷気流が都市上空の大気に及ぼす影響について検討していく予定である。

参考文献

- 1)千葉 修, 山中慎吾, 山本泰久, 荻野淳一(2000)土佐湾沿岸部に流出する陸風と夜間冷気流の乱流構造, 天気 47, 728-738.
- 2)Blumen, W. (1984) An observational study of instability and turbulence in nighttime drainage winds, *Boundary-Layer Meteorol.* 28, 245-269.
- 3)福田和代, 松永信博, 酒井聡一郎(2000)福岡市における海風侵入の挙動, 水工学論文集, 第44巻, 85-90.
- 4)竹内清秀(1997)風の気象学, 東京大学出版会, 172pp
- 5)近藤純正(1994)水環境の気象学, 朝倉書店, 350pp.