

久住山南麓で観測した冷気流に対する地衡風の影響

長崎大学工学部 学生会員 ○小川 智史  
 長崎大学工学部 正会員 薦田 廣章

1. はじめに

冷気流は放射冷却によって生成された冷気塊が重力の作用によって斜面を流下する現象で、一般に静穏な晴天夜間に観測される。冷気流の流速は冷気塊の温位欠損と斜面の傾斜角などの地形的特徴に依存すると考えられるが、上空の境界条件を支配する高層の風向・風速の影響を強く受けることは容易に想像できる。そこで、高層気象観測データから斜面上空の地衡風の斜面下降方向成分を推定し、それらと冷気流の加速・減速との関係について解析した。その際、内部フルード数を用いて整理した。

2. 解析資料・解析方法

解析対象は、久住山南麓斜面(NNW-SSE)上の上流 M 点(標高:930m)と下流 W 点(標高:903m)で観測された 2002 年 4 月 25 日から同年 8 月 10 日までの 10 分間平均の風向・風速および正味放射量である。この斜面の地形縦断面図を図 1 に示す。まず観測期間に得られた風データを用いて両観測点における夜間の風向・風速と M 点における正味放射量の経時変化図を作成した。一例として 2002 年 6 月 9 日の経時変化を図 2 に示す。作成した図から夕方および朝方の風向交替時が明瞭で、同時にその時刻の風速も弱くなる夜間を冷気流の観測された夜間とし、日没後に正味放射量が負かつ風向が北寄りとなった時刻を冷気流の発生時刻、日の出前に正味放射量が負かつ風向が北寄りから外れる直前までの時刻を終了時刻と定義し冷気流の抽出を行った。その結果、5 月 25、26、27 日、6 月 6、7、8、9、12 日、7 月 7、11、31 日、8 月 8 日の計 12 日夜間で冷気流の風データを得た。

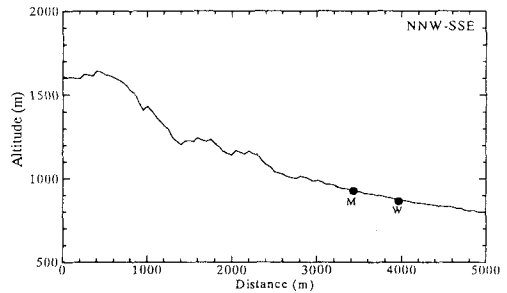


図 1 観測斜面の断面図

冷気流の風速は斜面上を流下するにともない加速したり減速したりする。一晩のうちで双方が現れる場合もあるが、多くは加速する夜と減速する夜に分かれる。ここでは、このような現象と上空の風との関係に注目した。冷気流が発達する夜は高気圧に覆われているのが普通であるから、上空の風は地衡風と考えてよい。観測地の北東約 40km に位置する大分市上空約 2,200m における地衡風  $V_G$  から冷気の流下方向の(SSE)成分  $U$  を求めた。また、W 点と M 点の風速の差  $u_d$ (正:加速)を求め、 $u_d$  と  $U$  との関係求めた。

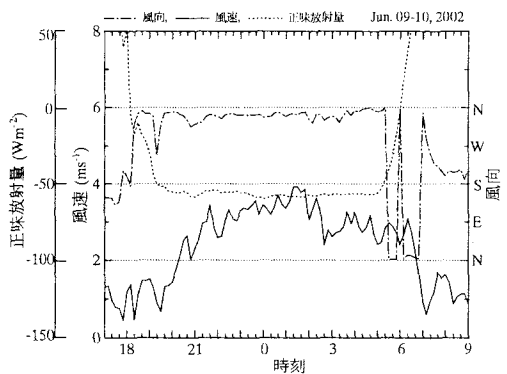


図 2 M 点における風向・風速と放射量の経時変化図

次に、観測地から北西約 90km に位置する福岡市上空の 21 時の温位プロファイルと大分市上空約 2,200 m の地衡風を用いて、次式で定義される内部フルード数を求めた。

$$Fr = \frac{V_{Gm}}{N_{BV}(H-h)}$$

ここで、 $N_{BV}$  はブラント・バイサラ振動数、 $H$  は温位勾配が急変する標高(図 3 参照)、 $h$  は斜面頂部の標高、 $V_{Gm}$  は当夜の平均地衡風速である。

この内部フルード数  $Fr$  を用いて次の 3 つに分類し整理した。(i)  $Fr \geq 3$  (3 夜)、(ii)  $3 > Fr > 1$  (4 夜)、(iii) 計算不能(5 夜)。また、地衡風の(E)NE成分  $V$  と流下方向の変化との関係も解析した。

### 3. 解析結果

12夜間のうち5夜については、図3において点線で示すような温位のプロファイルとなり、 $H$ を決定できず内部フルード数は計算できなかった。一方、計算できた内部フルード数の最大値は3.7であった。図4(a)は $Fr \geq 3$ の3夜について、 $u_d$ と $U$ との関係をプロットしたものである。内部フルード数が計算不能、すなわち $Fr < 3$ の5夜についてのプロットである同図(b)と比較すると、明らかな傾向の違いが認められる。(a)では $U$ と $u_d$ との間には正の相関があるが、(b)では $U$ の値にかかわらず $u_d$ は負の値となることが多い。

内部フルード数が大きい場合は、大気の静的安定度が小さいために上空の運動量が地表面付近へ輸送されやすく、斜面を流下した冷気が山麓に堆積しにくい。したがって、風下側斜面の冷気流は追い風を受け、しかも冷気の堆積もしにくいために加速傾向が支配的となる。一方、風上側斜面では斜面を上昇する一般風に逆らって冷気流は流下することになるから、減速傾向が支配的になると考えられる。

内部フルード数が小さい場合は、大気の静的安定度が大きいために上空の運動量が地表面付近へ輸送されにくい。したがって、山麓では冷気が堆積して冷気湖が形成されやすく、斜面上を流下する冷気塊は中腹から冷気湖内へ流出することになる。このような場合、図4(b)からも明らかなように、基本的には風上、風下斜面にかかわらず、減速傾向が支配的になると考えられる。

### 4. まとめ

冷気流の流下に伴う加速・減速は、上空の風と、運動量を交換することによって直接的に関係しているだけでなく、流下した冷気が山麓に堆積しやすいか否かというプロセスを通して間接的にも関係していることがわかった。

また、流下方向の変化に関しては、上空の風に逆らって時計回りに回転することもわかった。

謝辞：本観測は九大農学部附属高原農業実験実習場の西村博士をはじめとする職員のみなさまのご支援とご協力によって実現したものである。ここに記して感謝の意を表する。

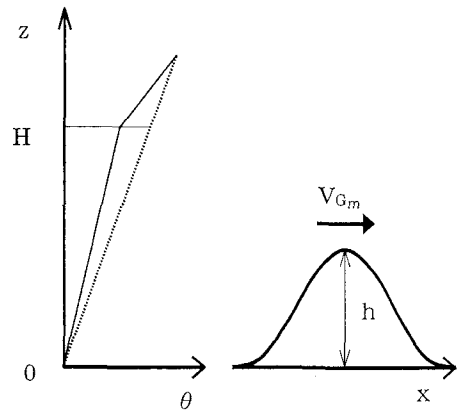


図3 内部フルード数の計算に用いる要素

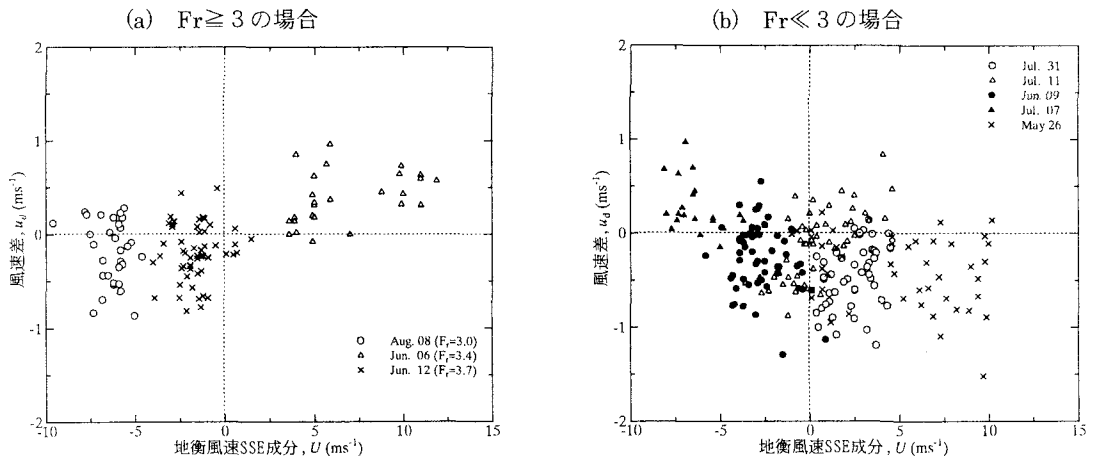


図4 斜面上の上下2点における冷気流の風速差  $u_d$ (正:加速) と上空約2,200mの地衡風の流下方向成分  $U$ との関係