

斜面温暖帯の発生高度の時系列変化

*加藤 隆之（筑波大院生命環境）・日下 博幸（筑波大計算科学）

1. はじめに

斜面温暖帯の研究は古くから行われ、近年では Kobayasi *et al.* (1994) が夜間の斜面上の複数地点の鉛直気温分布を明らかにする実測的研究を行っている。また、斜面冷気流、斜面温暖帯、冷気湖が動的相互作用を示すため、斜面温暖帯を単独では考えられないことについても明らかとなった (Mori and Kobayasi 1996)。しかしながら、一晩の間に斜面温暖帯の分布が時間・空間的にどのような変化を示すかについて現在までに詳細な観測は行われていない。また、斜面温暖帯形成時の上空の風を含み観測や、高解像度化した複雑地形上の数値シミュレーションも現在まで行われていない。本研究では筑波山を例として、斜面温暖帯と斜面下降流の詳細な構造の時系列変化を観測と数値モデルにより明らかにすることを目的とする。

2. 斜面温暖帯の観測

筑波山での斜面温暖帯・冷気流の実態を明らかにするため2012年12月9日よりウェザーステーション(気温、湿度、風向・風速、気圧：測定間隔各1分ごと)、サーモカメラ、パイバル、係留気球を用いた観測を行っている。本観測により、斜面温暖帯・冷気湖面の時間変化を気温および風の鉛直分布という双方の視点から捉えることが可能である。12月13日夜～14日の早朝の事例では、筑波山斜面南および北西斜面において顕著な斜面温暖帯が観測された。12月13日21時の筑波山北西側斜面のサーモカメラによる表面温度分布(図1上)によれば、標高200～300m付近に上下よりも3℃程温度が高い斜面温暖帯が確認された。一方、翌14日5時(図1下)の観測では、標高400～500mに带状に高温帯が出現し、上昇していることが分かった。この時の斜面温暖帯は、前日21時のものよりも強度としては小さく、1.5℃程度である。

3. 斜面温暖帯の数値実験

斜面温暖帯再現のための数値モデルには、階段地形を導入した二次元非静力学ブジネスク近似の方程式系を採用した。このような数値モデルは筑波山のような斜面の角度が複数段階となっている地形の斜面温暖帯の時間変化について議論が可能である。計算対象領域を水平20km、上空2500mとし、基本場の鉛直温位勾配を0.004K/m、上空の地衡風を0m/sに設定した数値シミュレーションを行った。その結果、十分に時間が経った(計算開始5時間後)ときの地上では冷気湖が形成され、

基本場の気温減率のために冷気湖面上部の斜面上に相対的に気温が高くなる斜面温暖帯が再現された(図2)。この結果は斜面温暖帯が冷気湖面の高度に対応しているという従来の研究結果と合致する。風速分布のシミュレーション結果からは冷気流の流入が活発になる高度と斜面温暖帯が同一であることや、冷気湖の発達により冷気湖面より下部に位置する地点では湖面上部と比較して風速が弱くなる様子が再現された。

また、斜面下降流に対する補償流は、主に山地上部の水平方向から供給されており、斜面温暖帯形成要因として鉛直方向からの上空の高温位空気の流入(断熱圧縮による気温上昇)はないものと考えられる。

謝辞：本研究は、文部科学省の委託事業「気候変動適応研究推進プログラム」において実施したものである。また、本研究は先端学際計算科学の開拓・推進・展開事業「計算科学による先導的知の創出」(筑波山プロジェクト)の支援を受けました。

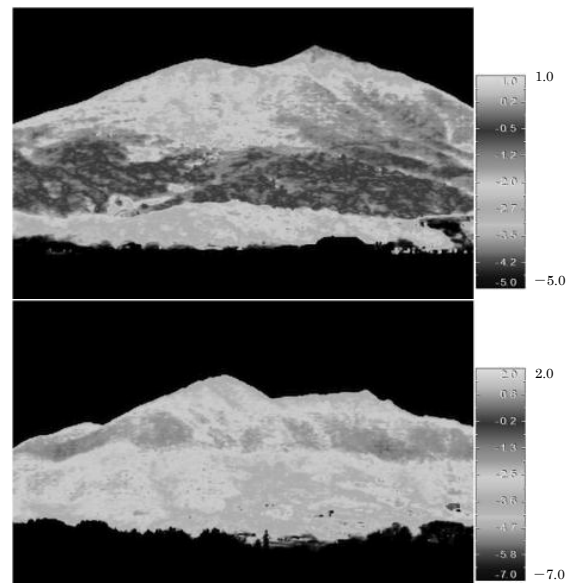


図1：2012年12月13日21時の(上)筑波山北西斜面(下)12月14日5時の筑波山南斜面における熱赤外画像

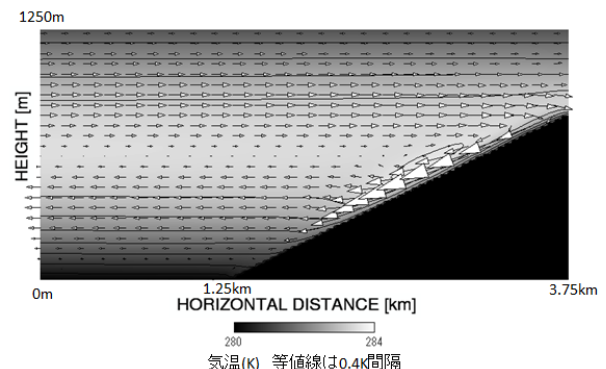


図2：数値実験によりシミュレーションされた斜面温暖帯および斜面下降流。気温、風ベクトルの計算開始5時間後の分布