

中立に近い安定度における大気境界層乱流の構造—潮岬と信楽における観測—

○堀口光章・林 泰一・植田洋匡

1. はじめに

境界層乱流中に組織構造が存在し、乱れの生成と乱流輸送に大きな寄与をなしていることが室内実験や数値実験により明らかにされている。これらの実験はレイノルズ数が比較的小さい条件におけるものが多いが、大気境界層では非常に大きなレイノルズ数となっている。今回は、昨年度までの発表に引き続き、現象の理解が比較的容易である接地境界層での安定度が中立に近い場合を対象とした大気境界層乱流の観測について、新しい解析結果を述べる。

2. 大気境界層乱流の観測の概要

観測は、1998年から2002年にかけて京都大学防災研究所附属災害観測実験センター潮岬風力実験所と、京都大学宙空電波科学研究センター（現：生存圏研究所）信楽MU観測所において行い、安定度が中立に近い日を解析ケースとして扱った。地上での観測として、潮岬では超音波風速温度計、信楽では2高度に設置した風速計と温度計を用いた。また、大気境界層の観測のために、ドップラーソーダと、宙空電波科学研究センターの境界層レーダーあるいは下部対流圏レーダーを用いている。

3. 観測結果の解析

ここでは、時間スケール200秒程度の比較的大きなスケールの乱流構造に着目した解析を行っている。これは、観測で地表近くの風速変動と上空の風速変動とがある程度対応した時間変化を示していると考えられるスケールであり、また、大気境界層の厚さと同程度の空間スケールに対応している。

潮岬と信楽での地上での風速計による平均流方向風速成分について、その変動成分を標準偏差で規格化した値についての時間スケール240秒のウェーブレット係数（Mexican hat 関数を用いた連続ウェーブレット変換による）が0.5以上となる時間帯を抽出する。そしてこの時間帯

のドップラーソーダのデータによるレイノルズ応力を調べると、殆ど全ての高度で全時間帯での平均より1.2~5倍程度大きな値を示し、今考えている程度の大きさのスケールを持った強風域の構造による運動量輸送への寄与はかなり大きいことが分かる。

地上近くへの運動量輸送にどの程度のスケールの風速変動が大きく寄与しているのかを調べるために、潮岬での超音波風速温度計のデータによりコスペクトルを求めると、周期で見て数100秒程度のスケールに大きな値が見られる（図1）。このスケールの変動は、ここまで見てきた上空の大気境界層における比較的大きなスケールの強風域の構造に対応していることが考えられる。

運動量を下方に輸送するイジェクション（低速流の上昇運動）とスウィープ（高速流の下降運動）の乱流運動を比較すると、潮岬での超音波風速温度計とドップラーソーダによる測定ではややスウィープによる寄与の方が大きく、信楽でのドップラーソーダによる測定では、両者の寄与はあまり変わらないという結果が得られる。これらは、イジェクションによる寄与の方が大きいという大気境界層乱流を扱ったこれまでの数値実験とは異なった結果となっている。

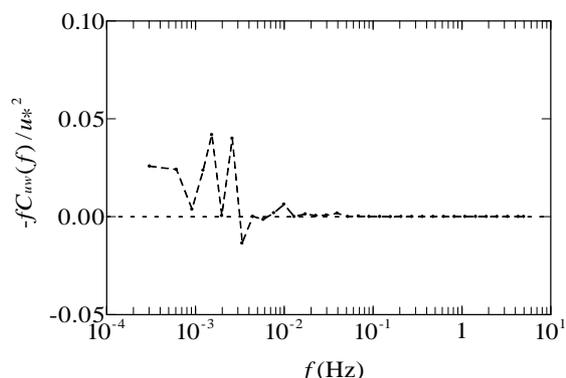


図1 超音波風速温度計の測定による、平均流方向風速成分とそれに鉛直断面内で直交する方向の風速成分によるコスペクトル（横軸は周波数、縦軸のコスペクトル C_{mv} は摩擦速度 u_* の二乗で規格化し、スペクトルの平滑化を行っている）（潮岬、1998年12月8日パート1）