

P164 大気境界層で観測されるストリーク気流構造の特性

*山下和也¹、藤原忠誠¹、藤吉康志²(¹ 北大院・環境科学,² 北大低温研)

1. はじめに

地表面と大気間の熱・運動量・物質の輸送は大気境界層を通して行われており、境界層内の組織化された流れがこれら乱流輸送の大部分を担っている。また大気境界層は、人間を含むほとんどの陸上生物の生活圏であることから、大気境界層の気流構造の研究は、気象学・気候学のみならず環境科学、災害科学、都市工学、さらには生態学の観点からも重要である。

一般に、壁のあるせん断流中において、境界層厚さの1/10未満の壁面近傍に組織的な乱流構造が存在し、これらが境界層全体の流れに支配的な影響を与えていることが1965年頃から知られるようになった。低レイノルズ数の流れにおいては、その構造の詳細が分かっているが、高レイノルズ数流れである大気境界層の乱流構造については、観測自体が困難であることから、理解が進んでいない。

我々は、2004年から継続的に3次元走査型のコヒーレントドップラーライダーを用いた観測を行い、その結果、境界層内の風速がある値(札幌での観測では地上風速5m/s)以上の場合、水平ロール渦より一桁程空間スケールが小さな縞状気流構造(=ストリーク: 平均的間隔が数百m~500m程度)が、上空を通過する気象擾乱によらず地表付近(高度数百m以下)に常時存在することを見出した。

本研究は、多数の観測事例から、ストリーク構造の特性(ストリーク間の間隔等)と環境場(風速、風向、鉛直シアの大きさ、大気安定度等)との関係を明らかにすることを目的としている。

2. 観測概要

ドップラーライダーの設置場所は、北大創成科学共同研究機構棟の屋上(北緯43度05分05秒、東経141度20分07秒、地上28m・海拔約40m)である。送信波長は1.54 μ m(アイセーフ波長帯)、観測範囲は半径4.4km(距離分解能50m)であり、観測領域には札幌中心部のビル街(南側)や建物が疎らで農場を持つ北海道大学(中央部)を含み、領域北側は主に住宅地である。仰角2.2度の水平走査(PPI)等を約1rpmで行っている。

3. ストリークの特性(特に間隔について)

3-1. ストリーク構造の存在高度と、間隔の高度変化

図1に、2005年6月21日早朝から朝にかけて、仰角2.2度のPPI観測で得られたドップラー速度分布を示す。一般に夜間に観測されるストリーク構造はストリーク間の距離が狭く数百mかそれ以下である。また夜間はストリークが存在する層が比較的薄く、100m程度の場合が多い。日の出後、日射が強くなると共に徐々にストリークが存在する高度範囲が広がり、ストリーク間の距離が広がる。また一般に、間隔は高度と共に広がる。図2に2005年3月下旬~6月、2006年10月の41事例についての、ストリークの間隔と高度の関係を、日中と夜間、また日中は天気(日照時間)別に示す。高度、波長共に境界層高さ Z_i で規格化すると、いずれの場合も間隔は高度に概ね比例する関係が見られた。この比例関係はLESによる研究(Lin et al, 1997)(図2中直線)でも指摘されている。

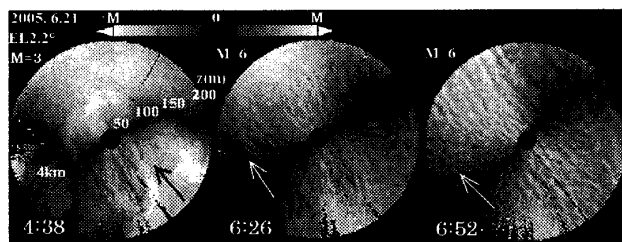


図1. 夜型から昼型へのストリークの変化。仰角2.2度PPI、ドップラー速度。図中矢印は風の向き。

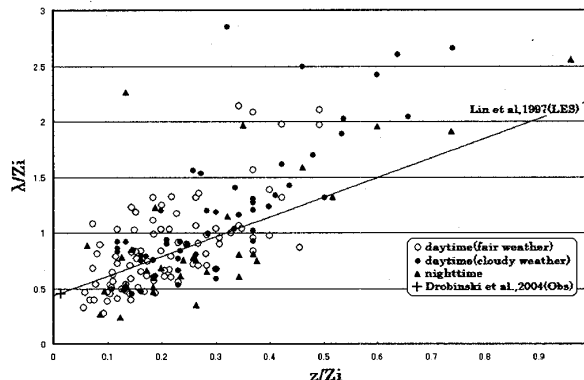


図2. ストリークの間隔と高度(境界層高度 Z_i で規格化)

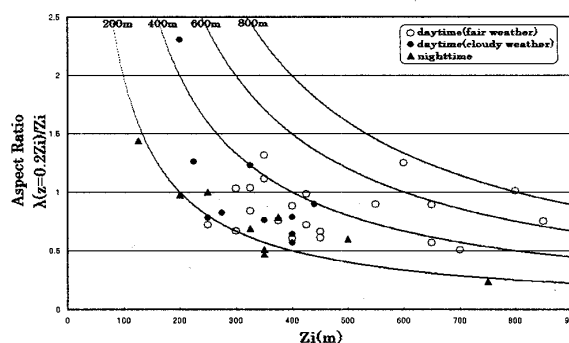


図3. 境界層高さ Z_i とアスペクト比の関係

3-2. 間隔と環境場の関係

図3に $z=0.22Z_i$ における間隔を境界層高度で規格化した値(アスペクト比)と境界層高度の関係を示す。日中晴れていて境界層が発達している場合は間隔が広がる場合が多い(アスペクト比が一定に保たれる傾向)。一方曇天時及び夜間同士で比較すると、事例間で間隔の違いが比較的小さいが、風速が強いと間隔が狭くなる傾向があり(図は示していない)、台風が接近した日など非常に強い風の場合は細かいストリークが見られた。

4. まとめと課題

長期にわたるドップラーライダーの観測により地表近くにストリーク気流構造が頻繁に出現していることが分かった。今後、得られた多数の観測結果をさらに解析し、ストリークの諸特性(間隔や存在高度及び走向やストリーク内の風速分布)と、環境場(風速、風向、鉛直シアの大きさ、大気安定度等)の関係を明確にしたい。

引用文献

- Lin C.L., Moeng C.H., Sullivan P.P. and McWilliams J.C., Phys. Fluids 9(11), 3235-3249, 1997
- Drobinski P., R.K. Newsom, R.M. Banta, Foster, and Redelsperger, J. Atmos. Sci., 61, 699-714, 2004