

ドップラーライダーの鉛直流観測に基づく都市大気境界層内乱流スケール

小田 僚子 [1]; 岩井 宏徳 [2]; 村山 泰啓 [1]; 石井 昌憲 [3]; 関澤 信也 [4]; 水谷 耕平 [2]
[1] 情報通信研究機構; [2] 情通機構; [3] 情通研; [4] NICT

Structure of turbulence in the atmospheric boundary layer over an urban area detected in the Doppler lidar observation

Ryoko Oda[1]; Hironori Iwai[2]; Yasuhiro Murayama[1]; Shoken Ishii[3]; Shinya Sekizawa[4]; Kohei Mizutani[2]
[1] NICT; [2] NICT; [3] NICT; [4] NICT

Turbulent motions in the atmospheric boundary layer (ABL) control the exchange process of momentum, heat and other scalars between the surface and atmosphere. The statistical properties of turbulence in the surface layer are well described by Monin-Obukhov similarity theory, which has been confirmed in many observational studies using meteorological towers or masts. The turbulent characteristics in mixed layer are also considered to follow their scaling law, however, its confirmation might be not enough since the number of the direct measurement in mixed layer, especially in urban area, is much fewer than in the surface layer.

Therefore, we conducted a Doppler lidar measurement to investigate the statistical and structural characteristics of atmospheric boundary layer over urban area. The Doppler lidar (Ishii et al., 2010), which is developed by National Institute of Information and Communications Technology (NICT), is stationed on the rooftop of NICT's building at Koganei-shi, Tokyo. This experiment was carried out on 21 February 2010. The vertical distribution of the vertical velocity was measured above 150 m from the ground with a constant interval of 76 m. The datasets of the vertical profile were output every 1 second. For the analysis, we used the datasets which are obtained during 12:50-13:30 JST. The potential temperature profiles were also measured by radiosonde on 12:00 and 14:00 JST. Then, clouds were covered at about 1.5 km above from the surface, and thermal instability was unstable.

Vertical velocity spectra show two dominant time scales; one is about 14 minute which is observed from surface to 1.8 km above, and another is about 1-4 minutes which is observed from surface to 1 km. Higher frequency motion would attribute to the individual thermals, whose vertical extent is corresponding to the ABL height determined by potential temperature profiles. Lower frequency may be reflecting the impact of the organized structure of thermal cells (i.e. roll eddy, spook pattern, etc.), and it propagates into the capping inversion as gravity wave.

大気境界層中の乱流は、運動量・熱・物質輸送を直接的に担っているため、その特性を把握することは重要である。これについて、接地境界層ではタワーを用いた乱流変動の長期観測が行なわれており、その統計的性質について多くの知見が得られている。一方混合層については、近年の地上リモートセンシングにより乱流統計量を算出するための安定した時系列データが得られるようになったものの、その観測事例は接地層と比較して多くない。とりわけ都市域においては、観測場所・技術の制限から、観測事例はさらに少ないものとなっている。

本研究では、2010年2月21日に東京都小金井市にある情報通信研究機構(NICT)において実施したドップラーライダーによる鉛直流観測結果およびラジオゾンデによる温度プロファイル計測結果から、関東都市域における大気境界層高度変化および境界層内乱流現象の関係性について検討する。NICTが開発を進めている差分吸収/ドップラーライダー(Ishii et al., 2010)を用いて、鉛直流速の鉛直分布を高度約150mから76m間隔で計測し、各高度の計測値をそれぞれ1秒間隔で出力した。この時の大気の状態は不安定で、1.5kmより上層には雲が存在していた。

得られたデータの内、12:50~13:30の40分間の時系列データについて時間平均統計量の算出及び、スペクトル解析を行なった。鉛直流変動成分のスペクトル解析結果から、地上付近から高度1.8kmにまで及び約14分周期の変動と、高度1kmより下層に存在する約1~4分周期の変動が確認された。高周波側の変動は個々のサーマルの影響と考えられ、その影響高度範囲は温位勾配から推定された境界層高度と大方一致した。また、低周波側の変動は個々のサーマルが組織化した構造(例えばロール渦やスポークパターン等)に依るものと考えられ、その影響が重力波として上層の安定層内に伝わったのではないかと推察される。