

東京都内において発達する下層ジェットのスプレッドライダーによる観測 Doppler lidar observations of low-level jet over Tokyo metropolitan area

岩井宏徳, 石井昌憲, 常松展充, 水谷耕平, 村山泰啓
情報通信研究機構

Hironori Iwai, Shoken Ishii, Nobumitsu Tsunematsu, Kohei Mizutani, Yasuhiro Murayama
National Institute of Information and Communications Technology

Abstract: The NICT Doppler lidar was stationed on the rooftop of a building in NICT headquarters on May 2007. The location of the lidar was at 16 m above ground so it became possible to observe the low-level wind field within the atmospheric boundary layer. The Range Height Indicator (RHI) scans were carried out along the north-south, northeast-southwest, east-west, and southeast-northwest at 13-minute intervals during 11-20 and 23-29 May, 2007. The wind profiles between 25 m and about 2 km above ground level with a height-bin resolution of 50 m were derived from the 4 RHI scans using a method previously documented by Gal-Chen et al. (1992). The analysis indicated that a northerly to northwesterly low-level jet existed in the late night and early morning hours. Harada (1981) reported that a southwesterly nocturnal low-level jet appears over the southeastern part of the Kanto Plain on summer day. In presentation, we will report the analysis result of the observed low-level jet.

1. はじめに

下層ジェットは大気下層（地上数 100m）の風速の鉛直分布に極大値を示す高度が現れる現象であり、特に平坦地で夜間に発達する下層ジェットは“夜間下層ジェット”と呼ばれる（Blackadar, 1957）。都市域においては、夜間下層ジェットは大気汚染物質の輸送に重要な役割を果たしているという報告もある（Banta et al., 1998）。

日本では関東地方南東部において、夏季の夜間に高度 200m から 700m に南西風の下層ジェットが現れることが Harada (1981)により報告されている。また、原田(1984)は 1975 年から 1979 年の 5 年間の館野の高層気象観測資料の統計的解析により、下層ジェットは主として夜間に高度約 400m を中心として南南西および北北東の風向で発生することを示した。南西(南南西)風の下層ジェットについては、Kimura and Arakawa (1983)が数値シミュレーションにより、一般風が中部山岳によって力学的に変形される効果によって下層ジェットが形成され、山の熱的效果によってジェットが強化されるとともに、風速に大きな日変化を与えていることを示した。

情報通信研究機構（以下、NICT）では、2007 年 5 月に関東平野西部に位置する NICT 本部内（東京都小金井市）に設置したスプレッドライダーによる大気境界層内風観測を行った。本発表では、この期間中に観測された顕著な下層ジェットについて報告する。

2. 観測概要

2007 年 5 月に NICT 本部内の建物の屋上（地上高約 16m）にスプレッドライダーを設置し、11 日から 20 日と 23 日から 29 日にかけて、北-南、北東-南西、東-西、南東-北西方向の仰角 0 度から 180 度（0~30 度と 150~180 度まで 1 度分解能、30~50 度と 130~150 度まで 2 度分解能、50~130 度まで 10 度分解能）の 4 組の RHI スキャンを約 13 分ごとに繰り返す観測を行った。この 4 組の RHI スキャンから Gal-Chen et al. (1992)の解析手法を拡張して、高度 25m から 50m 間隔で高度約 2km までの平均化された水平風および鉛直風を計算した。

具体的には、高度 z_i ($=25, 50, \dots, 1975\text{m}$; $i = 0, 1, \dots, 39$) の上下 25m 以内の視線方向速度 α_{ij} ($j = 1, 2, \dots, N_i$) についての以下の式を最小 2 乗法により解いて、 $\overline{u_i}$ 、 $\overline{v_i}$ 、 $\overline{w_i}$ を求めた。

$$\alpha_{ij} = \overline{u_i} \cos \theta_j \sin \phi_j + \overline{v_i} \cos \theta_j \cos \phi_j + \overline{w_i} \sin \theta_j$$

ここで、 θ_j は仰角、 ϕ_j は方位角である。

観測期間中、何例か下層ジェットが観測されたが、日本の広範囲が高気圧で覆われた 23 日夕方から 24 日の早朝にかけて高度 1km 以下で顕著な下層風極大が発生した事例に注目した。

3. 観測結果

図 1 にスプレッドライダーによる水平風の鉛直プロファイルを示す。23 日の日中に高度約 1km まで発達した海風（南風）の上部が夕方から 22 時ごろまで高度 300m から 400m に風速極大を持つ下層ジェットとなった。22 時以降、その下層ジェットは弱まり、23 時ごろから高度約 500m に風速極大（約 10m/s）を持

つ北風から北西風の下層ジェットが発生し、日の出前の 24 日 5 時ごろまで継続した。日出後の 7 時から 9 時ごろまで、高度約 800m から 1km に風速極大を持つ西風の下層ジェットが発生した。

図 2 に図 1 と同じ時間帯の熊谷、水戸、勝浦のウィンドプロファイラ (WINDAS) の観測結果を示す。勝浦では 23 日夕方から 24 日早朝まで高度 1km 以下で 10m/s から 15m/s 程度の強い南西風が観測されている。400m 以下の観測データが無いため、下層ジェットであるかは判断できないが、Harada (1981) の報告した典型的な関東南東部での下層ジェットと類似している。23 日 22 時ごろに 400m の高度で、水戸では南西から西に、熊谷では南から北西に風向が変化した。風速は 5m/s 以下であり、この両地点で下層ジェットが発達していたとは考えにくい。

4. まとめ

本研究ではドップラーライダーによる観測により、関東平野西部 (東京都小金井市) において、深夜から早朝にかけて高度約 500m に北から北北西の風向の下層ジェットが存在することが確認された。谷治・会田 (1978) は関東地方南西部における観測で、夜間に通常の陸風や山風では説明し難い厚さ 1km 程度の強い北風が吹く現象を確認しており、本観測結果と類似している。しかし、その発生原因については不明なままである。講演ではより詳細なデータ解析結果を示す予定である。

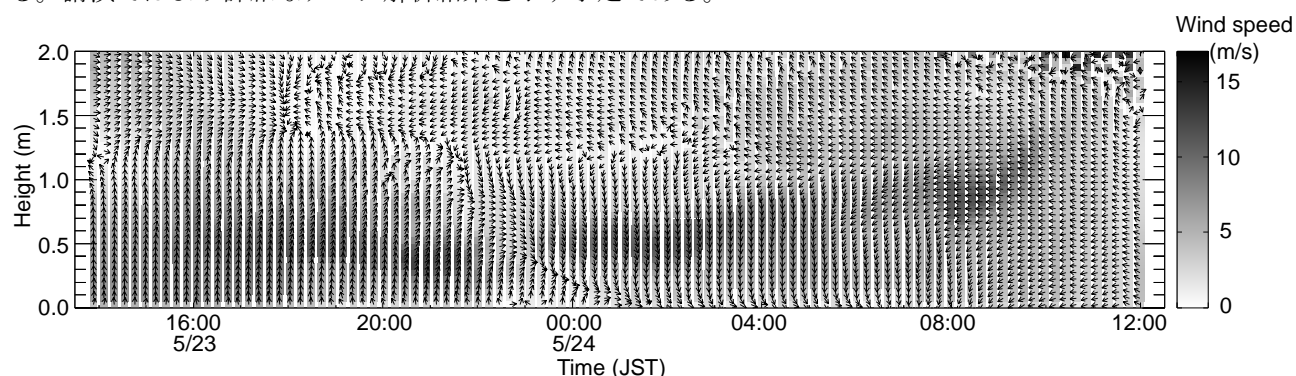


Fig. 1. Time-height cross-section of horizontal wind speed and direction by the NICT Doppler lidar at Koganei during the period from 1400 JST May 23 to 1200 JST May 24, 2007.

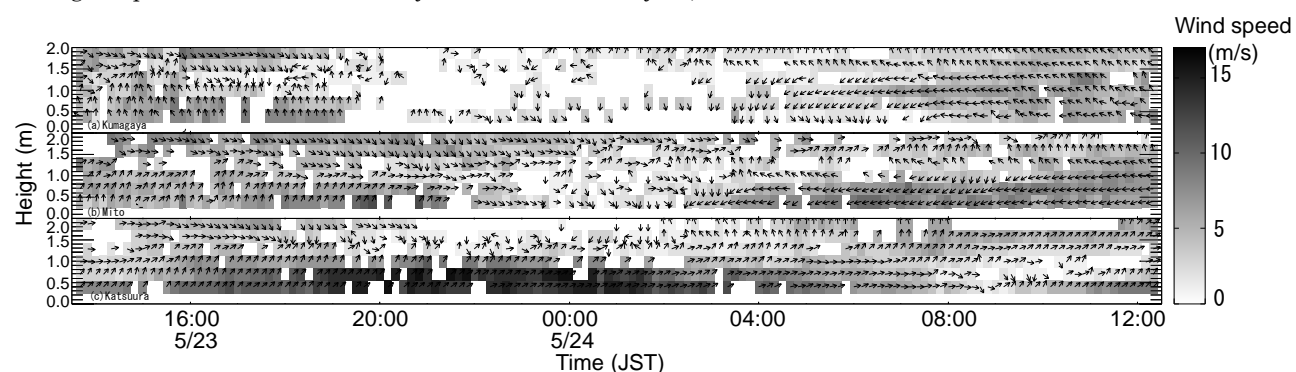


Fig. 2. Time-height cross-section of horizontal wind speed and direction by the wind profiler (WINDAS) (a) at Kumagaya, (b) Mito, and (c) Katsuura during the period from 1400 JST May 23 to 1200 JST May 24, 2007.

謝辞

WINDAS の観測データを提供して頂いた気象庁観測部観測課に感謝致します。

参考文献

- 1) Blackadar, A. K., 1957 : Boundary layer wind maxima and their significance for the growth of nocturnal inversions, *Bull. Amer. Meteorol. Soc.*, **38**, 283-290.
- 2) Banta, R. M., Senff, C.J., White R. M., Parish, D. D., and Fehsenfeld, F. C., 1998 : Daytime buildup and nighttime transport of urban ozone in the boundary layer during a stagnation episode, *J. Geophys. Res.*, **103**, 22519-22544.
- 3) Harada, A., 1981 : An analytical study of nocturnal low-level jet over the Kanto Plains, Japan, *Pap. Meteor. Geophys.*, **32**, 233-245.
- 4) 原田 朗, 1984 : 関東地方の下層風極大について, *天気*, **31**, 679-686.
- 5) Kimura, F., and S. Arakawa, 1983 : A numerical experiment on the nocturnal low level jet over the Kanto Plain, *J. Meteor. Soc. Japan*, **61**, 848-861.
- 6) Gal-Chen, T., Xu, M., and Eberhard, W. L., 1992 : Estimations of atmospheric boundary layer fluxes and other turbulence parameters from Doppler lidar data, *J. Geophys. Res.*, **97**, 18409-18423.