

ドップラーライダーによる蔵王おろしの観測

Doppler lidar observations of downslope wind “Zao-oroshi”

岩井宏徳¹、石井昌憲¹、水谷耕平¹、板部敏和¹、山田泉²、松島大³、沢田雅洋⁴、余偉明⁴、山崎剛⁴、岩崎俊樹⁴Hironori Iwai¹, Shoken Ishii¹, Kohei Mizutani¹, Toshikazu Itabe¹, Izumi Yamada², Dai Matsushima³,Masahiro Sawada⁴, Weiming Sha⁴, Takeshi Yamazaki⁴, Toshiki Iwasaki⁴¹情報通信研究機構、²電子航法研究所、³千葉工業大学、⁴東北大学大学院理学研究科¹National Institute of Information and Communications Technology, ²Electronic NavigationResearch Institute, ³Chiba Institute of Technology, ⁴Graduate School of Science, Tohoku University

Abstract: The Zao-oroshi is the strong westerly or northwesterly downslope wind in the lee of the Zao mountain range under typical cold season pressure distribution conditions. At Sendai Airport located ~40 km east from the Zao mountain range, a strong wind and wind turbulence frequently occur. It is important to improve our understanding of the three-dimensional (3D) structure of the Zao-oroshi for aviation weather forecast. However, since only data from ground-based weather stations, spatial information about the Zao-oroshi has been limited. Single- and dual-Doppler lidar are capable of measuring the 3D structure of the Zao-oroshi up to several kilometers with a high temporal and spatial resolution. Single- and dual-Doppler lidar measurements were conducted using the National Institute of Information and Communications Technology (NICT)'s lidar and Electronic Navigation Research Institute (ENRI)'s lidar from 13 to 17 February, 2008. Periodic volume scans and Range Height Indicator (RHI) scans were performed with the two lidars. The 3D wind velocity fields at about 5-minute intervals were retrieved from the SPPI (Sector-PPI) dataset of NICT lidar and the CAPPI (Constant-Altitude PPI) dataset of ENRI lidar, consisting of five elevations. The set of 6 vertical profiles of vector horizontal wind up to about 2 km over Sendai Airport were retrieved from intersecting RHI scans from the two lidars. The NICT lidar performed velocity-azimuth display (VAD) scans, RHI scans parallel to the prevailing wind direction, and PPI scans at elevation angle 1 degree in the nighttime. This paper reports preliminary results of the observations.

1. はじめに

蔵王おろしは冬型の気圧配置となり季節風が強まるなど蔵王山系の東側で発生する強い西よりまたは北西よりのおろし風である。蔵王山系の風下側となる仙台空港周辺では蔵王おろしの影響を受けて、強風や乱気流が発生しやすい (Fig.1) [1]。航空気象予報・監視にとって仙台空港周辺における蔵王おろしの3次元構造の理解を深めることが重要であるが、現状は地上気象測器による観測データのみに限られている。本研究では1台または2台のドップラーライダーを用いた蔵王おろしの3次元構造の観測を実施した。本稿では、観測概要と初期解析結果の1例として2008年2月14日の事例を報告する。

2. 観測概要

2008年2月13日から17日に仙台空港において情報通信研究機構 (NICT) と電子航法研究所 (ENRI) の2台のドップラーライダーにより蔵王おろしの観測を行った。Fig.2に各ライダーの設置位置を示す。NICTライダーは太平洋沿岸から西に約4kmの地点に設置した。ENRIライダーは海岸線から西に約2.5kmの位置にある岩沼分室の屋上に設置されている。2台のライダーとも、2006年8月および2007年6月に行った海風を観測対象とした観測実験と同じ設置位置である。

日中、2台のライダーでボリュームスキャン (Fig.2a) またはRHIスキャン (Fig.2b) を繰り返す観測を行った。NICTライダーとENRIライダーでそれぞれ5種類の仰角のSPPIスキャンとCAPPI

スキャンを行い、約5分間隔での3次元風速場が得られた。また、2台のライダーにより鉛直断面が交差するRHIスキャンを行い、空港周辺の6地点における約4分間隔での水平風ベクトルの鉛直プロファイルが得られた。一方、夜間にはNICTライダー単独で、VADスキャン (上空の水平風の鉛直プロファイル)、主風向方向のRHIスキャン (風の鉛直断面)、仰角1度のPPIスキャン (地表付近の風の水平断面) による観測を行った。

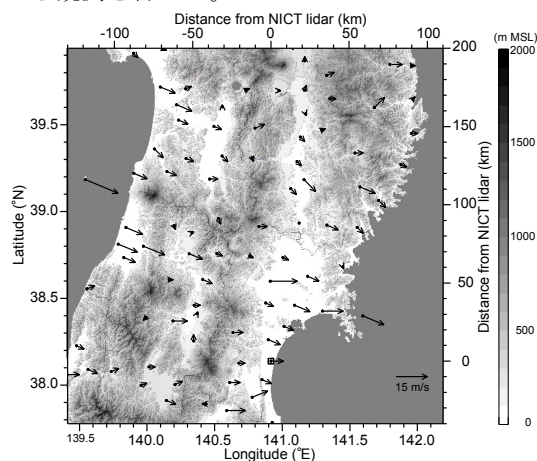


Fig. 1. Topography of the central part of the Tohoku region. The grayscale bar shows the height of the topography in m MSL. Black circles indicate AMeDAS stations. The location of NICT lidar is showed by a square. The arrows show the wind vectors obtained from the AMeDAS at 19:00 JST on 14 February 2008.

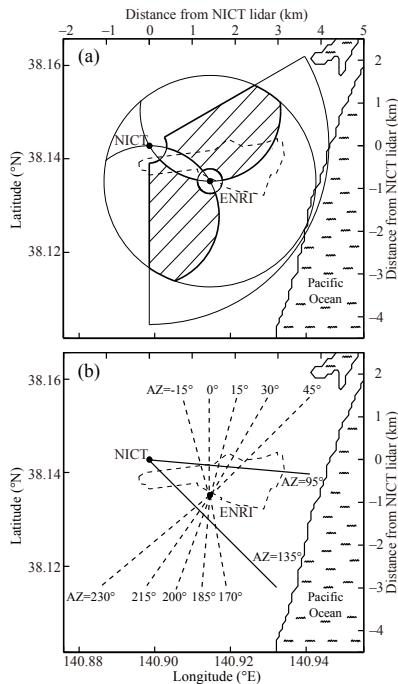


Fig. 2. Plan-views of the dual-Doppler lidar observational areas. (a) The PPI scan regions for each lidar are indicated by solid lines, and the dual-Doppler analysis domains are indicated by the hatched areas. (b) The solid lines and dashed lines show the azimuth directions of RHI scans of NICT lidar and ENRI lidar, respectively.

3. 観測結果

2008年2月14日はオホーツク海に発達した低気圧があり、北日本を中心に冬型の気圧配置となり、東北地方では西寄りの風が卓越していた。仙台空港 (AMeDAS 名取) では、日中は西北西 10m/s 程度の風であったが、Fig.1 に示すように日没後はやや風が弱くなった。2月14日21時の仙台の高層気象観測データによると、高度約1600m (およそ蔵王山系の高さ) に逆転層が存在していた。

Fig.3およびFig.4に2月14日19時ごろのNICTライダーの仰角1度のPPIスキャンによる地表付近の風の水平分布と主風向方向のRHIスキャンによる風の鉛直断面を示す。Fig.3から仙台空港周辺は概ね西寄りの風であるが、仙台空港内の西側に局地的に東寄りの風が観測されている。Fig.4の鉛直断面では上空1kmから2kmには25m/sから30m/s程度の強風層が存在し、高度500m付近には波打った構造が見られる。NICTライダーから東南東方向の地表面近く (仙台空港上空) には100m以下の非常に薄い東寄りの風の層が存在している。この局所的な東寄りの風は数分程度継続した。

葛巻 (1991) は冬型の気圧配置時に仙台空港だけが日没後の数時間、東寄りの風となることがしばしばあり、この東寄りの風は空港の西側約10kmにある高さ300m前後の愛宕山系の影響によるローターのような風の流れが原因であると報告している。今回、ドップラーライダーにより観測された東寄りの風は、より小規模で短時間の現象であり、地形の影響とは別の要因で発生した可能性も考えられる。

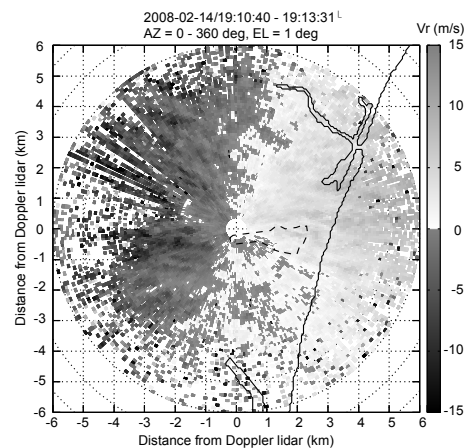


Fig. 3. Horizontal cross section of radial velocity derived from a PPI scan at 1° elevation taken from 19:10:40 to 19:13:31 JST on 14 February 2008. The positive radial velocity indicates flow away from the lidar and the negative radial velocity indicates flow toward the lidar. The border of Sendai Airport is displayed by a dashed line.

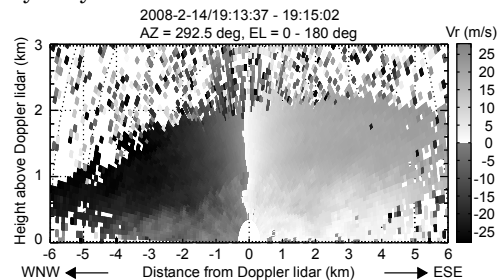


Fig. 4. Vertical cross section of radial velocity derived from a RHI scan at 292.5° azimuth taken from 19:13:37 to 19:15:02 JST on 14 February 2008.

4. まとめ

ドップラーライダーにより、仙台空港周辺で西寄りの風が観測されていたにもかかわらず、低層で短時間・局所的に東寄りの風が観測された。このような低層ウィンドシアは航空機の運行に影響を及ぼす可能性があり、ドップラーライダーは低層ウィンドシアの検出に有用であると言える。本稿では2月14日の事例についてのみ示したが、今後、シングルおよびデュアルドップラーライダーにより観測された蔵王おろしの詳細な3次元構造について解析を進めていく予定である。

謝辞

本研究は科学研究費補助金基盤研究 (A) (課題番号 19204046、代表者岩崎俊樹) の助成により実施された。また、NICTライダーの運用には東北大学の皆様に協力を頂いた。

参考文献

- [1] 気象庁予報部予報課・東京航空地方気象台・新東京航空地方気象台, 航空機の離着陸に大きな影響を与える風, 研究時報, 41, 6, 215-240, 1989.
- [2] 葛巻祐二, 北西風場における仙台空港の局所的な東風について, 研究時報, 43, 2, 51-60, 1991.