

ラマンライダーによる水蒸気鉛直分布観測と大雨予測

吉田智¹、酒井哲¹、瀬古弘¹、永井智広¹、小司禎教¹、横田祥^{2,1}、白石浩一³

¹ 気象研究所 (〒305-0052 茨城県つくば市長峰 1-1)

² 気象庁数値予報課 (〒100-8122 東京都千代田区大手町 1-3-4)

³ 福岡大学理学部 (〒814-0180 福岡県福岡市城南区七隈 8-19-1)

Moisture vertical profile obtained by Raman lidar and its application for forecasting heavy Precipitation

Satoru YOSHIDA¹, Tetsu SAKAI¹, Hiromu SEKO¹, Tomohiro NAGAI¹, Yoshinori SHOJI¹, Sho YOKOTA^{2,1}, Koichi SHIRAIISHI³

¹ Meteorological Research Institute, 1-1 Nagamine, Tsukuba, Ibaraki 305-0052

² Japan Meteorological Agency, 1-3-8 Otemachi, Chiyoda, Tokyo 100-8122

³ Fukuoka Univ., 8-19-1 Nanakuma Jonanku, Fukuoka, Fukuoka 814-0180

Abstract: We have been designing and developing a water vapor Raman lidar (RL) to improve weather forecast for heavy precipitation using data assimilation. We began to conduct observation campaign for water vapor vertical profiles with a mobile water vapor RL at a coastal area of Tokyo bay during summer season from 2017. In this presentation, we focus on a severe precipitation event in the north part of Tokyo occurred in August 30, 2017. Two assimilation experiments are performed. One is that only conventional data are assimilated (CNTL). The other is that water vapor vertical profile obtained with the RL as well as the conventional data are assimilated (DAQV). Comparison of results of CNTL and DAQV indicates that a series of water vapor vertical profile assimilation increases southerly wind speed as well as moisture at the low level, improving 3-hour accumulated precipitation in DAQV.

Key Words: Raman lidar, water vapor, assimilation, heavy precipitation

1. はじめに

気象研究所では、降水量予測の高度化を目的として、水蒸気ライダーによる鉛直水蒸気観測データを用いたデータ同化手法の開発を進めている。これまで鉛直水蒸気観測データの同化により、水蒸気場の推定精度が向上することを示した (Yoshida et al. 2018)。また過去の線状降水帯事例に対し、観測システムシミュレーション実験 (OSSE) を行い、雨量予測精度が向上することを示した (吉田他、2019)。本稿では関東域に発生した大雨事例に対して、水蒸気ラマンライダー観測で得た鉛直水蒸気データの同化を行い、降水予測への影響を検討する。

2. 観測とデータ同化の結果

本稿では 2017 年 8 月 30 日午後東京都北部で発生した大雨事例に着目する。鹿島灘からの東寄りのインフローと東京湾・相模湾からの南寄りのインフローが東京都北部で下層収束を形成し、大雨をもたらした。図 1 に解析雨量から得た 3 時間積算雨量(04UT-07UT)を示す。

水蒸気ラマンライダー観測により、東京湾から

のインフロー風上側 (図中●) での水蒸気鉛直分布を得ている。水蒸気ライダーで観測された水蒸気混合比の鉛直プロファイルを示す (図 2)。同図に示す通り、夜間ではおよそ高度 3km まで観測できている一方、昼間では観測高度が低下し、高度 1 km 程度まで観測できている。下層には 20g/kg

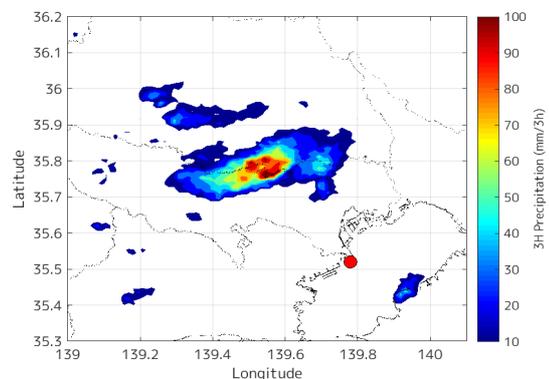


Figure 1: Three hour precipitation between 04 UTC and 07 UTC on 30 August 2017 from Radar/Raingauge Precipitation Analysis. The red circle indicates the location of the RL.

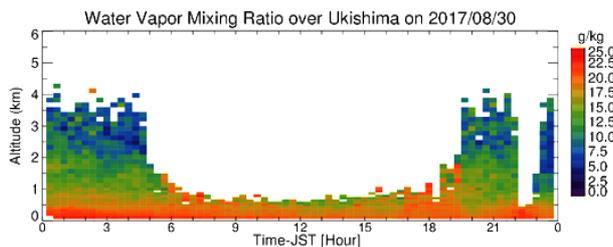


Figure 2: Vertical profile of water vapor mixing ratio on 30 August 2017 obtained by the RL.

を超える湿潤な大気が流入していることがわかる。

50 メンバーのアンサンブルカルマンフィルタによるデータ同化を 2017/8/29 18UT (8/30 03JST)から 8/30 03UT(8/30 12JST)まで実施し、それ以降は解析値からの予測を行った。現業データ(地上観測データ、高層観測データ等)のみを同化した実験(CNTL)と、現業データに加え、水蒸気ライダーの観測データを同化した実験(DAQV)の2つの実験を行い、比較を行った。

CNTLにより得られた降水域は、解析雨量から得た降水域と比較し、降水の発生時間は、1.5 時間から 2 時間ほど遅れている。図 3 に CNTL、DAQV の 06UT での高度 530m における水蒸気混合比、風向風速、水蒸気フラックスの収束(青線)、3 時間積算予測雨量(白線、06UT-09UT)を示す。同図に示す通り、CNTL、DAQV の双方ともに、鹿島灘方面からの東寄りの風と東京湾・相模湾方面からの南寄りの風が東京都北部で下層収束を形成しており、その付近で降水域が確認できる。

解析雨量(図 1)との比較から、CNTL および DAQV の降水域はよく再現できている。また、CNTL と比較し、DAQV では降水量の予測値が増加し、解析雨量に近づいている。水蒸気ライダーデータの同化により、南側のインフローの水蒸気混合比が増加および南寄りの風が強まり、降水域で水蒸気フラックスの収束が強まった(青の等高線)。結果として、DAQV では降水量が増加したと考えられる。

2020 年度以降に、第 2 期戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)の研究として、水蒸気ライダーを九州沿岸部に設置し、線状降水帯などの大雨のインフロー側の水蒸気鉛直プロファイルの観測を行う。観測結果をデータ同化に用いることで、大雨予測精度向上を目指す。

3. まとめ

本稿では大雨の風上側で得た水蒸気鉛直プロファイルのデータ同化を行った。水蒸気プロファイルの同化により、降水域の下層での水蒸気フラックスの収束が強まり、結果として降水量の予測値が解析雨量に近づくことを確認した。

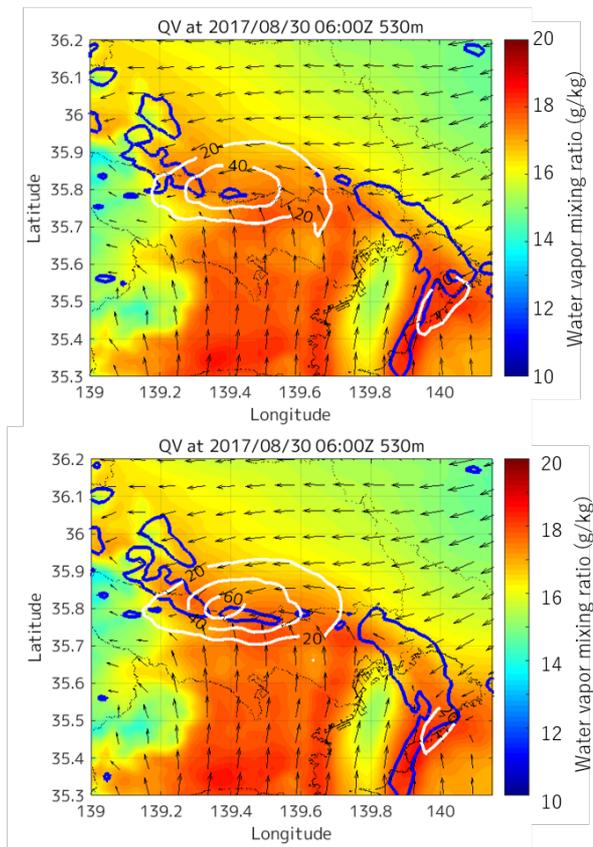


Figure 3: Ensemble means of Water vapor mixing ratio (color contour), horizontal wind (black arrows), convergence of water vapor flux ($-0.006\text{g/m}^3/\text{s}$; blue contour), 3 hour rainfall (white contour) at 06UT on 30 August 2017. (Upper panel) CNTL and (lower panel) DAQV.

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費(17H00852、19H01983)および総合科学技術・イノベーション会議の戦略的イノベーション創造プログラム「【線状降水帯の早期発生及び発達予測の高度化と利活用に関する研究】」(防災科学技術研究所)の助成を受けた。

参考文献

- 1) S. Yoshida et al., Feasibility study of data assimilation using a mobile water vapor, the 19th Coherent Laser Radar Conference, Okinawa (2018).
- 2) 吉田他: 水蒸気ライダー及びウィンドプロファイルの観測システムシミュレーション実験, 第 44 回リモートセンシングシンポジウム (2019).