

2基の隣接した1.3GHzウィンドプロファイラレーダーを用いた豪雨発生に関連する下部対流圏の水平風収束の観測

中城 智之 [1]; 山本 真之 [2]; 橋口 浩之 [3]
[1] 福井工大・工・電気電子情報; [2] 京大・生存研; [3] 京大・生存圏研

Observation of horizontal wind convergence associated with heavy rainfall by using two adjoining 1.3-GHz wind profiler radars

Tomoyuki Nakajo[1]; Masayuki Yamamoto[2]; Hiroyuki Hashiguchi[3]
[1] Fukui Univ. Tech.; [2] RISH, Kyoto Univ.; [3] RISH, Kyoto Univ.

1. Introduction

Problem of heavy rainfall against the background of global warming has been a serious problem, and accuracy improvement of prediction techniques is strongly desired. The various observation techniques aiming at early detection of cumulonimbus cloud leading to a heavy rain are proposed. On the other hand, in the theoretical field, research of the forecast by a numerical model with high surface imagery is advanced. In the future, it is expected that the integration of observations and numerical model goes to construction of the prediction technique with higher accuracy.

Observation of the wind in lower troposphere is one of the important observations in such a background. In lower troposphere, localized horizontal wind convergence relevant to development of the cumulonimbus cloud occurs. Therefore, it is very important for the accuracy improvement of the prediction technique of a heavy rain to clarify the actual condition of the wind in lower troposphere.

2. Observation of horizontal wind convergence by two adjoining WPRs

Wind profiler radar (WPR) is most powerful tool to measure the wind in lower troposphere. There are two WPRs in the Fukui plain. One is the WPR of Fukui University of Technology (FUT-WPR) installed in along the seashore in northern part of the Fukui plain. Another is the WPR of the WINDAS network which the Japan Meteorological Agency established (WINDAS-FUKUI) in the central part of the Fukui plain. The data comparison of two WPRs enables presumption of localized horizontal wind convergence in the northern part of the Fukui plain. The distance of FUT-WPR and WINDAS-FUKUI is 24 km which is a little larger than the typical horizontal scale of a cumulonimbus cloud. Therefore, it is a distance suitable for observation of localized horizontal wind convergence relevant to generating of a cumulonimbus cloud.

3. Example analysis about a heavy rainfall event on Sep 16, 2013

In the article, we mention an example analysis about a heavy rainfall event on Sep 16, 2013. The heavy rainfall by the typhoon No. 18 and a related stationary front had occurred from Sep 15 to 16. The precipitation had increased after 0:00 on the 16th, and the maximum of rainfall more than 25 mm/h was observed in the northern part of Fukui plain from 4:00 a.m. to 5:00 a.m. on Sep 16.

The data of WPRs indicate there had been a front line at the altitude of 1 km above the Fukui plain on the 15th and the altitude of front line had increased after 0:00 on the 16th. The increment of front line altitude observed by FUT-WPR was larger than that observed by WINDAS-FUKUI, which indicates the gradient of front line had increased in the northern part of Fukui plain. The comparison of horizontal wind vectors observed two WPRs also indicate the strong horizontal wind convergence had occurred at the altitude from just above the front line (1~2 km) to 3~4 km with the increment of gradient of front line. We consider that the horizontal wind convergence accompanying by the increment of front line gradient was a fundamental factor of heavy rainfall which occurred from 4:00 a.m. to 5:00 a.m. on the 16th.

4. Conclusions

Besides the example described in the article, we have obtained several same observation results. Therefore, we conclude that horizontal wind observation by two adjoining WPRs enables to detect the localized horizontal wind convergence in lower troposphere relevant to occurrence of cumulonimbus system leading to heavy rainfall. The integration of this observation technique and the prediction method by a numerical model with high surface imagery is expected to be useful for disaster prevention.

Acknowledgment

The data of WINDAS-FUKUI are supplied by the Japan Meteorological Agency and Fukui local meteorological observatory. We are deeply thankful to everyone concerned in WINDAS network.

1. 序

温暖化を背景とした豪雨の問題が深刻化しており、その発生予測技術の精度向上が強く望まれている。観測面では豪雨の原因となる積乱雲発生の早期検出を目的とした様々な観測手法が提案されている。一方、理論面では空間解像度の高い数値モデルによる予報の研究が進められており、将来的にはこれらを融合したより精度の高い予測技術の構築に向かっていくと予想される。

このような背景の中、重要な観測の一つとして下部対流圏における風の観測が挙げられる。下部対流圏では積乱雲の発達と関連した水平風の収束が発生する。したがって、下部対流圏における風の実態を明らかにする事は、豪雨の予測技術の精度向上にとって極めて重要である。

2.2 基のウィンドプロファイラレーダーによる水平風収束の観測

下部対流圏の風を観測するための最も有力な手段がウィンドプロファイラレーダー（WPR）である。福井県嶺北地方の福井平野には、福井工業大学が所有する WPR（福井工大 WPR）と気象庁が管轄する WINDAS ネットワークに属する WPR（WINDAS 福井局）の 2 台の WPR が南北方向に 24km の距離に配置されており、両者で観測される水平風速度の比較から、福井平野における水平風の局所的な収束を推定することが可能である。本研究では、福井平野で発生した豪雨と福井平野における水平風の局所的な収束状況との関連について調査を実施した。

24km という距離は、積乱雲の代表的な水平空間規模より若干大きく、積乱雲に関連する水平風の収束の観測に適した距離である。また、このような距離にある 2 台の WPR による下部対流圏の水平風観測は世界的にもまだほとんど実施されておらず、本研究の大きな特徴である。

3. 台風に伴う停滞前線による豪雨発生時の観測事例

本稿では、京都府・福井県・滋賀県を対象として、制度制定後初めて大雨特別警報が発表された 2013 年 9 月 15 日から 16 日にかけて発生した豪雨時の観測結果について述べる。このとき、特に福井県嶺南地方で強い降雨が観測され、15 日から 16 日にかけての小浜市での総降水量は 413.5mm を記録した。嶺北地方では予想に反して降水量は少なめであったが、嶺北北部で降雨が強く観測され、三国では 183.3 mm に達した。

最も強い降雨が観測されたのは 16 日未明であった。解析雨量のデータから、嶺北地方では 16 日 0 時以降、降雨が次第に強くなり、4 時から 5 時にかけて嶺北地方北部において最大で 30mm/h に達する強い降雨に急速に発達し、その後急速に弱まっていったことがわかる。

福井工大 WPR と WINDAS 福井局のデータからは、15 日には北寄りの風と南寄りの風によって高度 1km 付近に前線が形成されていたことが示されている。16 日 0 時以降、福井工大 WPR で観測される前線面の高度が急激に上昇し、福井平野北部において前線面の傾斜が増大した。両 WPR の水平風速度の比較は、この前線面の傾斜の増大に伴って、前線面の直上（1~2km）から高度 3~4km までの範囲において強い水平風収束が発生した事を示しており、この事が 4 時から 5 時における強い降雨発生の基本条件を与えたと考えられる。

4. 結論と今後の展望

本研究により、隣接した複数の WPR で観測される水平風速度の比較から、局地的な降雨システムに関連する下部対流圏の水平風の収束を推定可能であることが初めて示された。特に、強い降雨をもたらす前線活動について、台風 17 号の活動に伴って 9 月初旬に発生した強い降雨も含めて（本稿では割愛）、強い降雨の数時間前にその兆候を捉えることが可能であり、今後の展望として、空間解像度の高い数値モデルによる予測手法と組み合わせることで、防災に役立つ情報発信につながることを期待される。

謝辞

本研究で使用した WINDAS 福井局のデータは気象庁観測部および福井地方気象台の協力によって提供されました。ここに深く謝意を表します。