

東京消防庁におけるMPレーダーの活用 Practical Use of the MP Radar by the Tokyo Fire Department

佐藤 高広^{1*}
SATO, Takahiro^{1*}

¹ 東京消防庁防災部震災対策課

¹Earthquake Preparedness Section, Disaster Division, Tokyo Fire Department

1 東京消防庁におけるMPレーダーの活用目的

防災科学技術研究所(以下「防災科研」という。)が開発したXバンドマルチパラメータレーダー(以下「MPレーダー」という。)は、水平偏波と垂直偏波を用いることで高頻度、高分解能及び高精度な降雨観測が行える。このことから、東京消防庁では、2009年に防災科研と風水害に関する防災情報を相互に収集するための覚書を締結し、MPレーダー情報を局地的大雨等の風水害時の情報収集手段として試験的に運用を行っている。主な活用目的は、水防活動態勢の早期準備、監視警戒態勢の強化等である。

2 東京消防庁の水防活動

東京消防庁は消防機関として、水防法に基づき河川等の巡視、警戒区域の設定等を市町村等と連携しながら行うこととなっており、人命救助等は各種法律に基づく消防機関の任務と解されている。東京消防庁では、これらの任務を遂行するため、気象状況、台風の進路・規模、水災の発生危険及び被害の発生状況等を総合的に判断して、水防態勢及び水防非常配備態勢(以下「水防態勢等」という。)の発令により対処することとしている。水防態勢等が発令されると、配備人員の増強が行われ、救命ボート小隊などの水防活動を専門に行う部隊を編成し、運用する。水防態勢等の発令根拠が、「気象状況」と「被害の発生状況」であることから、早期に水防活動に備えるためには、正確な気象情報と被害情報を効率的に収集することが必要である。

3 MPレーダーの閲覧方法

東京消防庁では、防災科研が運用しているMPレーダーの観測画像を防災科研ホームページ上に開設した当庁専用のサイトに各消防署等がアクセスすることにより、局地的大雨等の風水害時に情報収集手段として活用している。2011年からは、東京消防庁が構築した防災情報システム(web-GIS)の地図上でMPレーダー観測情報を閲覧可能としたことから、MPレーダー閲覧サイトと防災情報システム(web-GIS)の両システムを連携させて運用している。

(1) MPレーダー閲覧サイト

降雨強度や積算雨量及び降雨分布の移動方向等を把握することが可能で、一定以上の降雨量が検出された場合は、アラート音が鳴動するとともに該当署を表示し、局地的大雨等の風水害に対する早期警戒を可能としている(図1)。

(2) 防災情報システム(web-GIS)

MPレーダー情報と詳細な地域情報(過去の浸水実績、河川水位情報及び土砂災害危険箇所等)の同一地図上での把握を可能とし、水防活動の判断支援に活用する(図2)。

4 MPレーダー情報の活用イメージ

(1) 情報収集の開始

一定の気象条件に該当した場合、各消防署からMPレーダー閲覧サイトにアクセスし、降雨状況等を継続的に監視する。

(2) 降雨状況の確認及び分析

短時間(10~20分)に降雨強度が急激に上昇し、東京都の治水対策基準(50/h)を超える場合、「河川の急激な上昇」や「浸水」などによる被害発生の可能性が高まることから、次の場合、情報収集を強化する。

ア MPレーダー閲覧サイトに図3の様なアラート文が表示されると共に、アラート音が鳴動した場合。

イ 局地的に降雨が集中するような状況が観測される場合

AAS24-01

会場:105

時間:5月21日 09:02-09:18

(3) 防災情報システム (web-GIS) による情報収集

MPレーダー情報から局地的大雨等が懸念される場合、防災情報システム (web-GIS) を活用してより詳細な地域情報を収集する。なお、危険性をより具体的にイメージできるように、次のような活用をしている。

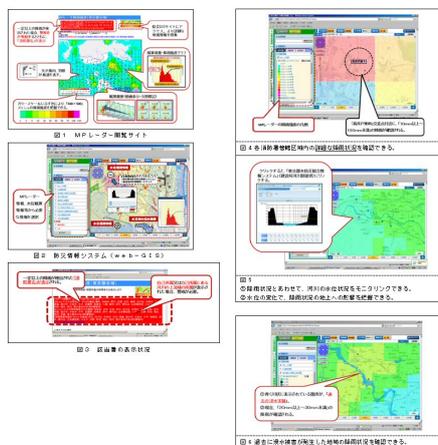
- ア 「地域の拡大図」と「MPレーダー情報」を重ねて表示 (図4)
- イ 「水位観測情報」と「MPレーダー情報」を重ねて表示 (図5)
- ウ 「過去の浸水実績」と「MPレーダー情報」を重ねて表示 (図6)

5 まとめ

MPレーダーには、高頻度、高分解能及び高精度な降雨観測が行える特徴がある。東京消防庁の試験運用において、web-GISを活用して、MPレーダー情報と詳細な地域情報 (過去の浸水実績、河川水位情報及び土砂災害危険箇所等) を同一地図上で重ねて表示することにより、MPレーダーの特性を生かして「具体的危険性をイメージ」を把握できることが確認された。当庁が迅速に水防態勢等を発令して人命救助活動等を行うためには、正確な気象情報と被害情報が必要であることから、今後、「降雨に伴う被害」(土砂崩れ、浸水及び急激な河川上昇等) に関する研究に注視し、その成果を水防活動に活用することで減災に努めたい。

キーワード: MPレーダー, 東京消防庁の水防活動, 具体的活用方法

Keywords: MP radar, Tokyo Fire Department (TFD), Flood protection activities, Method of specific use



首都圏におけるラジオゾンデ多点観測の初期結果 Radiosonde observation network in Tokyo metropolitan area

小田 僚子^{1*}, 清野 直子², 菅原 広史³
ODA, Ryoko^{1*}, SEINO, Naoko², SUGAWARA, Hirofumi³

¹ 千葉工業大学, ² 気象研究所, ³ 防衛大学校

¹Chiba Institute of Technology, ²Meteorological Research Institute, ³National Defense Academy of Japan

近年とりわけ深刻な社会問題となっている都市大気環境問題の一つとして、狭範囲かつ短時間に発生する局地的豪雨が挙げられる。局地的豪雨の予測・解明には、その実態を十分に観測するための稠密な観測網の整備に加え、都市大気環境を再現できる数値モデルスキームの改良が必要不可欠である。

首都圏においては、局地的豪雨の発生要因として、海風の収束のほか、都市幾何形状や人工排熱といった地表面フォーシングの影響が大きいと考えられる。そこで本研究では、科学技術戦略推進費「気候変動に伴う極端気象に強い都市創り」(2010-2014年度)プロジェクトにおいて実施された、首都圏におけるラジオゾンデ多点観測結果に基づき、大気境界層(混合層)の時空間分布と地表面フォーシングとの関係性について検討を行った。

2011年9月27日から2011年10月7日にかけて、つくば(気象庁高層気象台:36.05°N, 140.12°E)、浮間(浮間水再生センター:35.80°N, 139.69°E)、小金井(情報通信研究機構;35.71°N, 139.49°E)、横須賀(防衛大学校;35.26°N, 139.72°E)の4地点で、3時から24時まで3時間毎にラジオゾンデ(RS-06G型, 明星電気(株))を放球した。本発表ではラジオゾンデを4地点で同時に飛揚し、かつ内陸地で降雨がなく概ね晴れの天候であった2011年10月4日の9時から21時のデータに着目した結果を報告する。

風向、風速、比湿の鉛直プロファイルより、内陸のつくば、浮間、小金井では、15時以降から下層1km以下で海風の流入が認められる。また温位の鉛直プロファイルより、午前中から徐々に発達してきた混合層高度が15時頃にピークを迎えており、その高さは、つくばで約2km、浮間で約2.5km、小金井で2~2.5kmとなっている。なお、横須賀では昼前より上空が雲に覆われており、明瞭な混合層高度は認められなかった。

上述の通り、15時頃における内陸の境界層高度は浮間で最も高く、この時浮間での風は南よりの海風である。浮間は都心の北側に位置していることから、高層ビルの存在がもたらす大きな建物粗度による地表面摩擦の増大や人工排熱による地表面から大気への熱のインプットにより、混合層の発達が助長されたと考えられる。

ラジオゾンデ多点観測の結果から、首都圏においては顕熱や建物粗度といった地表面フォーシングの違いにより、混合層の発達が数百m~1km程度の違いが見られることがわかった。

謝辞: 本研究は、科学技術戦略推進費「気候変動に対応した新たな社会の創出に向けた社会システムの改革プログラム」(科学技術振興機構/文部科学省)の助成を受けた。

キーワード: ラジオゾンデ, 大気境界層, 局地的豪雨, 海風, 都市

Keywords: radiosonde, atmospheric boundary layer, torrential rainfall, sea breeze, urban

雲レーダー, X-band レーダー, 可視画像, 衛星ラピッドスキャンデータを用いた積乱雲発生初期の観測

Isolated cumulonimbus initiation observed by 95-GHz cloud radar, X-band radar, MTSAT-1R (rapid scan), and photogrammetry

小林 文明^{1*}, 高村民雄², 鷹野敏明³, 齊藤洋一², 桂啓仁¹

KOBAYASHI, Fumiaki^{1*}, TAKAMURA Tamio², TAKANO Toshiaki³, SAITO Yoichi², KATSURA Akihito¹

¹ 防衛大学校, ² 千葉大学環境リモートセンシング研究センター, ³ 千葉大学工学研究科

¹National Defense Academy, ²Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University, ³Graduate School of Engineering, Chiba University

積乱雲が発生してからレーダーエコーとして捉えられるまでの、発生初期段階の詳細を明らかにすることは積乱雲の発達や局地的な豪雨を理解する上で重要である。本研究では、夏季晴天時に関東平野で発生する積乱雲の発生初期段階を、雲レーダー、X-band レーダー、可視画像、衛星データ (rapid scan) を用いた同時観測を行い、積乱雲の発達を把握することを目的としている。

観測は、横須賀サイト (防大 X-band レーダー) と千葉サイト (千葉大雲レーダー) で行い、雲レーダー上空で発生する積乱雲を対象とした。横須賀に設置された X-band レーダーでは 5 分間隔のボリュームスキャンを行い、積乱雲エコーの 3 次元構造を把握した。また、積乱雲の発達の様子は横須賀から写真とビデオにより、可視的に捉えた。一方、横須賀から約 50 km 離れた千葉大で 95GHz, FM-CW ミリ波レーダー (雲レーダー, FALCON-I, Takano et al. 2008) による鉛直観測を行った。また、全天カメラ (global sky camera) により、雲レーダー上空の雲分布を 5 分間隔で把握した。

95GHz, FM-CW 雲レーダー, X-band レーダー, ビデオ/カメラを用いた、夏季晴天時における孤立して発生した積乱雲発生初期の観測結果を 2010 年 7 月 24 日と 8 月 23 日の積乱雲事例で示す。積乱雲の発生は複数の turret の成長で形成された。Turret の鉛直方向への成長速度は、5 m/s から 10 m/s とかなりばらつきが認められた (Kobayashi et al. 2012)。X バンドレーダーで検出されたファーストエコーは、雲の発生から約 20 分後、turret の最盛期の 3 分後に観測された。また、雲レーダーでは、turret の発生から 2 分後に高度約 4 km でエコーが検出された。雲レーダーのエコーパターンは間歇的であり、雲、降水、上昇流域を反映した結果となった (Kobayashi et al. 2011)。

ラピッドスキャンデータにより当該積乱雲を追うと、衛星可視画像では、積雲の発生・発達も捉えており、積乱雲とレーダーエコーを有しない積雲とを区別することが可能であった。積乱雲 (turret) の発達に対応して、衛星可視放射輝度の変動が確認され、複数の turret の成長・衰退時刻と整合性があることが示唆された。

キーワード: 積乱雲, タレット, ファーストレーダーエコー, 雲レーダー, 衛星ラピッドスキャン

Keywords: cumulonimbus, turret, first radar echo, cloud radar, MTSAT rapid scan

Ku バンドレーダー・地上気象観測網で捉えた線状降水帯の積乱雲の時空間構造 Temporal-spatial structure of cumulonimbus of rainband observed by Ku-band radar and surface observation network

藤原 忠誠^{1*}, 佐藤 英一¹, 斉藤 貞夫¹, 猪上 華子¹, 楠 研一¹, 鈴木 修¹

FUJIWARA, Chusei^{1*}, Eiichi Sato¹, Sadao Saito¹, Hanako Inoue¹, Kenichi Kusunoki¹, Osamu Suzuki¹

¹ 気象庁気象研究所

¹ Meteorological Research Institute

我々は、科学技術戦略推進費「気候変動に伴う極端気象に強い都市創り」の一環で、高い時空間分解能を有する Ku バンドレーダー（距離方向 2.38m, ビーム幅 3 度, 1 分のポリュームスキャン）を 2011 年 9 月に東京都武蔵野市（成蹊大学）に設置し、観測を継続している。本研究では、2011 年 11 月 20 日に Ku バンドレーダーで捉えた線状降水帯の積乱雲の詳細な時空間構造について報告する。

Ku バンドレーダーで観測した結果、新しい積乱雲が、線状降水帯の先端部で発生し、観測範囲内で積乱雲の世代交代が 3 回行われた。観測範囲内で発生した積乱雲に着目し、その発生・発達過程を調べた。地上観測網とアメダスの地上風系を解析したところ、積乱発生直前で、収束場が形成されていることが分かった。積乱雲の降水コアは、高度 4 km 付近で発生し、その後約 6 分で降水コアが地上に到達する様子が捉えられた。本研究によって、従来観測が難しかった積乱雲の詳細な 3 次元空間構造の時間発展を捉えることに成功した。

キーワード: 積乱雲, Ku バンドレーダー, 地上気象観測網

Keywords: Cumulonimbus, Ku-band radar, surface observation network

Kaバンドレーダで捉えた積乱雲の発達に伴うファーストエコー高度の振る舞い Case study on first echo associated with cumulonimbus development observed by Ka-band radar in the Kanto region, Japan

櫻井 南海子^{1*}, 岩波 越¹, 前坂 剛¹, 鈴木真一¹, 清水慎吾¹, 三隅良平¹, 金 東順¹, 真木雅之¹

SAKURAI, Namiko^{1*}, Koyuru Iwanami¹, Takeshi Maesaka¹, Shin-Ichi Suzuki¹, Shingo Shimizu¹, Ryohei Misumi¹, Dong-Soon Kim¹, Masayuki Maki¹

¹ 防災科学技術研究所

¹National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

Simultaneous observations of cumulonimbi using a Ka-band Doppler radar (KDR) and an X-band polarimetric Doppler radar (XPDR) were performed during the summer 2011 in the Kanto region, Japan to understand the initiation and developing process of cumulonimbus. A cumulonimbus developed in the mountainous area in the west of the Kanto region in the morning on 18 August 2011, and initiation and developing process of the cumulonimbus were observed by the KDR and the XPDR. In this study, we defined an echo newly observed in RHI and PPI scans as "first echo". In the developing stage, first echoes occurred one after another, and maximum echo top height and maximum reflectivity of individual first echoes gradually increased. The maximum echo top height of the cumulonimbus grew up to 12 km in height. In the beginning of developing stage, only the KDR could detect several first echoes and no first echo was detected by the XPDR for more than 25 minutes. After first echo was detected by the XPDR, the time lag of first echo detection between the KDR and the XPDR tended to be shorter as the cumulonimbus developed. In the first half of the developing stage, the height of first echo appeared between 2 and 5 km in height. In the latter half of the developing stage, on the other hand, the appearance height of first echo stepped up between 5 and 12 km in height.

キーワード: ファーストエコー, Kaバンドレーダ, 積乱雲

Keywords: first echo, Ka-band radar

稠密 GNSS 観測網による水蒸気量リアルタイム監視システムの構築 A Real-time Monitoring System of Precipitable Water Vapor (PWV) Using a Dense GNSS Receiver Network

津田 敏隆^{1*}, 佐藤 一敏², Realini Eugenio¹, 矢吹 正教¹, 大井川 正憲¹, 岩城悠也¹

TSUDA, Toshitaka^{1*}, SATO, Kazutoshi², REALINI, Eugenio¹, YABUKI, Masanori¹, OHIGAWA, Masanori¹, IWAKI Yuya¹

¹ 京都大学生存圏研究所, ² 京都大学学際融合教育研究推進センター

¹RISH, Kyoto University, ²CPIER, Kyoto University

近年の地球温暖化に伴う極端気象の発生はさまざまな気象災害・水災害をもたらしている。その中でも都市域での短時間局地的降雨は深刻な問題であり、時には突風による被害も発生している。

局地的降雨の水平スケールはそれほど大きくなく数 km 程度であり、現状の気象予測モデルによる予報は困難である。気象レーダーでは雨滴に変化してからの事象を捉えることになるため、早期に水蒸気量を把握し雲の発達過程を観測するシステムの開発が必要となる。

GPS などの全地球衛星測位システムは精密な位置座標を推定するために利用されている。この衛星測位電波の大気伝播遅延による「測位誤差」から水蒸気量等の「大気情報」を得る逆転の発想の大気計測法を、GPS 気象学と呼んでいる。国内で 1990 年代に始まった GPS 気象学は急速に発展し、多くの研究成果を生み出してきた。

従来の地上型 GPS 気象学手法では、仰角 5~10 度以上に見えるすべての GPS 衛星からの電波を用いるため、推定される可降水量は半径約 20km の水平平均値であった。しかし、準天頂衛星が高仰角に長時間連続的に滞在するという特長を利用すれば、可降水量推定の水平分解能を 1km に改善できると考えられる。

我々は京都大学宇治キャンパスの近傍に 1~2km 間隔で稠密な GNSS 観測網を独自に構築した。ここでは、可降水量の水平不均一性に焦点を当てた時間・空間的な精度検証実験の結果を示し、雲の発達過程のナウキャスト化に向けたシステム応用について報告する。

キーワード: 全地球衛星測位システム, 可降水量, 準天頂衛星, リアルタイム, 稠密観測網, 電離層

Keywords: GNSS, Precipitable Water Vapor (PWV), QZSS, real-time, dense network, ionosphere

Characterizing atmospheric turbulence with a dense GNSS network: temporal and spatial analysis of high-rate slant delays

Characterizing atmospheric turbulence with a dense GNSS network: temporal and spatial analysis of high-rate slant delays

Eugenio Realini^{1*}, Toshitaka Tsuda¹, Kazutoshi Sato¹, Masanori Ohigawa¹, Yuya Iwaki¹

REALINI, Eugenio^{1*}, TSUDA, Toshitaka¹, SATO, Kazutoshi¹, OHIGAWA, Masanori¹, IWAKI, Yuya¹

¹Research Institute for Sustainable Humanosphere (RISH), Kyoto University

¹Research Institute for Sustainable Humanosphere (RISH), Kyoto University

Forecasting sudden thunderstorms and torrential rain in urban areas is a crucial objective for disaster prevention and mitigation. Such severe storms are often abrupt and highly localized phenomena with a horizontal scale of few kilometers, which makes them difficult to be predicted by current numerical weather models. Short-term predictions on such small scales could potentially benefit from reliable measurements of the temporal and spatial fluctuations of water vapor in the atmosphere. Since most of the atmospheric water vapor is contained in the troposphere, it is possible to estimate the amount of precipitable water vapor (PWV) from the analysis of Global Navigation Satellite System (GNSS) tropospheric delays: the estimated signal delay due to the tropospheric refractivity along each receiver-satellite line-of-sight, or slant delay, is mapped to the zenith direction and divided in its hydrostatic and wet components in order to estimate the PWV over a GNSS station. The water vapor distribution and its variability can be monitored by employing a network of continuously operating stations. Atmospheric turbulence can be characterized by analyzing the temporal and spatial fluctuations of tropospheric delays.

This work focuses on the stochastic analysis of refractivity fluctuations in the wet troposphere by means of temporal and spatial structure functions applied to observed tropospheric delays. High-rate (1 Hz) observations obtained from a dense network of dual frequency GNSS receivers have been processed by precise point positioning, taking into account the effects of satellite clock instability on the estimated tropospheric delay. The resulting structure functions show power-law behaviors varying between $5/3$ and $2/3$, consistently with Kolmogorov turbulence theory. The impact of different slant delay geometries is evaluated by elevation-based satellite selection. The effect of different tropospheric conditions on the correlation length and magnitude of the measured fluctuations is studied, suggesting the possibility to characterize and monitor turbulence in the wet troposphere at local scale by means of a continuously operating dense GNSS network.

キーワード: GNSS, PPP, troposphere, water vapor, atmospheric turbulence

Keywords: GNSS, PPP, troposphere, water vapor, atmospheric turbulence

局地豪雨を引き起こす収束の効果を調べる観測システムシミュレーション実験 Observation system simulation experiments of the meso-scale convergence that causes the local heavy rainfall

瀬古 弘^{1*}, 鈴木 修¹, 足立 アホロ¹
SEKO, Hiromu^{1*}, Osamu Suzuki¹, Ahoro Adachi¹

¹ 気象研究所

¹ Meteorological Research Institute

科学技術戦略推進費「気候変動に伴う極端気象に強い都市創り」では、首都圏を対象に、最新の観測システム等を用いた稠密気象観測を実施し、局地的豪雨をもたらす積乱雲を観測し、その環境場や発生要因、発生・発達・衰弱までのプロセスを、データ解析、数値モデル再現実験等を用いて解明することをひとつの目的にしている。

局地的豪雨の一事例である1998年に発生した練馬豪雨では、首都圏付近が周囲より高温で、その為に形成された熱的な低気圧に向かって気流が収束し、豪雨を引き起こした。このような局地的豪雨の場合、収束を雷雨の発生の前により正しく再現できれば、雷雨の発生もより早く、より正しく予報できると考えられる。

本報告では、新たな観測システムの有効性を調べるため、首都圏など都市域を周回して下層を計測する航空機観測やドップラーライダー、温度プロファイラー等の新しい観測装置を都市域の周囲に展開したとき、そのデータの同化により、雷雨の発生や発達が正しく予報できるかを、観測システムシミュレーション実験(OSSE)で確認した。

ここでは、局地的豪雨を再現できている数値実験の出力を用いて模擬観測データを作成し、そのデータを局地的豪雨が再現できていない実験にデータ同化させて、その効果を見る。事例は、周囲のからの収束が発生要因であった「2008年9月5日の堺市の雷雨」とした。この事例に対し、局地アンサンブル変換カルマンフィルター(LETKF)を利用したネストシステムを用いて、GPS可降水量やドップラーレーダで求めた水平風を同化すると、雷雨がうまく再現できたメンバーが現れた。このメンバーの雷雨が発達する2時間前の15時の出力から、航空機観測データや、下層を測定するライダーや温度プロファイラーの模擬観測データを作成した。具体的には、航空機データは大阪平野を囲むように水平間隔37.5km毎に、高度400mでの水蒸気量、気温、東西・南北風を、ライダーデータでは、同じ地点の高度200mまでの数値モデルの各層の高度での水平風を、温度プロファイラーでは、600mまでの気温データを作成した。これらの模擬観測データを、GPS可降水量やドップラーレーダの水平風を同化しない(雷雨が再現できない)実験に、親LETKFと子LETKFの15時の観測データとして同化した。その結果、航空機データ、ライダーや温度プロファイラーデータを同化すると、雷雨が再現できなかったメンバーでも、雷雨の発生した場所の降水の表現が改善されていることがわかった。これらの結果は、雷雨が発生する箇所の周囲を観測することにより、その中で発生する雷雨の予報が改善する可能性があることを示している。

本発表は、科学技術戦略推進費「気候変動に対応した新たな社会の創出に向けた社会システムの改革プログラム」(科学技術振興機構/文部科学省)による成果です

キーワード: 局地豪雨, 観測システムシミュレーション実験

Keywords: local heavy rainfall, observation system simulation experiment

高時間分解能セクタースキャンによる熱力学場リトリバーバル手法の開発と同化実験 Retrieval of buoyancy in thunderstorm from dual-Doppler radar wind with high temporal resolution

清水 慎吾^{1*}, 岩波 越¹, 前坂 剛¹, 鈴木 真一¹, 櫻井 南海子¹, 真木 雅之¹

SHIMIZU, shingo^{1*}, IWANAMI, Koyuru¹, MAESAKA, Takeshi¹, SUZUKI, Shin-ichi¹, SAKURAI, Namiko¹, MAKI, Masayuki¹

¹ 独立行政法人防災科学技術研究所

¹ National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

急激に発達する積乱雲のメカニズムを解明するためには、風速場、降水粒子の分布だけでなく、熱力学場（浮力場）を解明することが重要である。従来の熱力学リトリバーバル手法は、積乱雲内の定常状態を仮定する必要があり、適用できる事例に限られていた。本研究では高時間分解能セクター・ボリュームスキャン観測を行い、高時間分解能（2分）で積乱雲の三次元風速場を観測し、風の加速度項を推定手法に陽に取り込むことで、定常状態を仮定できない急激に発達する積乱雲の熱力学場の推定を試みた。2011年8月に防災科研の2台のMPレーダによる高時間分解能セクタースキャン観測を行い、風の加速度場を陽に取り込み、熱力学場推定を行った。

8月3日に東京都町田市で13時頃に観測された急激に発達・衰退を繰り返す積乱雲群を対象事例とし、2分毎に更新される鉛直流の時間変化と推定された正の温位の関係を調べた。13時16-30分に、正の温位偏差が発達中の積乱雲の上昇流内に推定された。一方、衰退期の13時38分に積乱雲内に負の温位偏差が推定され、13時44分に積乱雲が衰退した。推定された熱力学変数は3次元変分法同化システムで数値予測の初期値改善に利用される予定である。

キーワード: 熱力学リトリバーバル, 高時間分解能セクタースキャン

Keywords: Retrieval of thermodynamic variable, High-temporal-resolution sector scan

2008年8月5日首都圏局地的大雨の雲解像アンサンブル実験 Cloud Resolving Ensemble Forecast for the 2008 August Tokyo Metropolitan Area Local Heavy Rainfalls

斉藤 和雄^{1*}, 小司 禎教¹, 折口 征二¹, Le Duc², 瀬古 弘¹, 川畑 拓矢¹

SAITO, Kazuo^{1*}, SHOJI, Yoshinori¹, Seiji Origuchi¹, Le Duc², SEKO, Hiromu¹, KAWABATA, Takuya¹

¹ 気象研究所, ² 海洋研究開発機構

¹Meteorological Research Institute, ²Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

2008年8月5日、不安定な大気の状態に伴って首都圏各地で局地的な大雨が発生した。豊島区雑司が谷では下水道工事作業員5名が亡くなる事故が起きたが、当時のルーチンMSMはこの強雨を予報出来なかった。当日関東以西には明瞭は擾乱はなく、組織化しない対流セルが首都圏各地の狭い範囲に強い雨をもたらした。

この事例について、気象庁NHMによる11メンバー10km(50層)のメソアンサンブル予報、およびその2km雲解像アンサンブル予報を行った。コントロールランの初期値は、気象庁非静力学4次元変分法(JNoVA)を用いて、8月1日21UTCのメソ解析を初期値に5kmNHMを実行しその3時間予報値を第一推定値としJNoVAで高密度のGPS可降水量を同化する3日間のサイクル同化を行い作成した。ルーチンメソ解析(Meso4dvar)に比べて、JNoVAからの予報では、並雨までのスコアが大きく向上し、実況の降水域に対応する範囲に強雨の発生確率を表現する図が得られた。

キーワード: 局地的大雨, アンサンブル予報, 雲解像モデル, 4次元変分法データ同化, GPS可降水量

Keywords: local heavy rainfall, ensemble prediction, cloud resolving model, 4DVAR data assimilation, GPS Total precipitable water

極端気象データベース MP レーダ雨量画像情報 Extreme Weather Database -MP radar precipitation image information-

栢原 孝浩^{1*}, 前坂 剛¹, 真木 雅之¹, 三隅 良平¹, 土屋 修一²

KAYAHARA, Takahiro^{1*}, MAESAKA, Takeshi¹, MAKI, Masayuki¹, MISUMI, Ryohei¹, TSUCHIYA, Shuichi²

¹ 防災科学技術研究所, ² 国土技術政策総合研究所

¹NIED, ²NILIM

近年、都市域において局地的で急速に発達した豪雨による災害が多発している。現在豪雨監視に用いられている雨量情報は、在来型レーダにより推定された雨量を、地上の雨量計で補正して精度を向上させたものである。雨量計による補正は、数十分程度の時間が必要となるので、急発達する局地的な豪雨をとらえるには不十分である。国土交通省では、豪雨の実況監視強化のため、雨量計による補正を必要としないXバンドマルチパラメータ(MP)レーダを設置し、試験運用を行っている。11台のMPレーダが2010年7月から関東、中部、近畿、北陸において運用を行い、さらに15台のMPレーダが2011年7月から、栗駒山周辺、新潟、静岡、岡山、広島、九州北部、桜島において運用を行っている。MPレーダの雨量情報は、従来型レーダによる雨量情報よりも、高空間解像度(250m)で、高時間解像度(1分)の情報を提供する。したがって極端気象事例の特徴をとらえるのに有効である。防災科研では、国交省よりMPレーダデータをリアルタイムで取得し、解析に必要なデータを作成し蓄積している。また降水事例の概観を容易にすることを目的として、雨量画像データベースを構築している。データベースは、毎正時降水強度画像、1時間積算降水量画像、1時間毎に毎分の降水強度画像を含んでいる。1時間降水量データや毎分の降水強度データを用いて、都市域の豪雨の特徴を調べていく予定である。

キーワード: 極端気象, データベース, MPレーダ, 雨量画像

Keywords: Extreme Weather, Database, MP radar, Precipitation image

2011年8月11日にKuバンドレーダーによって観測された積乱雲群 Ku-band radar observation of cumulonimbi on August 11, 2011

佐藤 英一^{1*}, 鈴木 修¹, 藤原 忠誠¹
SATO, Eiichi^{1*}, Osamu Suzuki¹, Chusei Fujiwara¹

¹ 気象研究所

¹Meteorological Research Institute

我々は都市域における局地的豪雨などの極端気象のメカニズム解明及び予測のため、首都圏における稠密観測を2011年から開始した。その中で著者らは、2011年9月にKuバンドレーダーを東京都武蔵野市に設置した。Kuバンドレーダーは急速に発達する積乱雲の構造を得るため、1分間でボリュームスキャンを作成することが可能である。

本発表では、つくば市での予備観測期間中の2011年8月11日に、積乱雲群の連続的発生をKuバンドレーダーによって捉えることができた事例を紹介する。

キーワード: 極端気象, レーダー

Keywords: extreme weather, radar

夏季に山岳域で発達した積乱雲に伴う局所豪雨の形成

Formation of localized torrential rainfall associated with a cumulonimbus cloud developed over mountains

佐野 哲也^{1*}, 大石 哲², 砂田憲吾¹

SANO, Tetsuya^{1*}, Satoru OISHI², Kengo SUNADA¹

¹ 山梨大学大学院 国際流域環境研究センター, ² 神戸大学 都市安全研究センター

¹International Research Center for River Basin Environment, University of Yamanashi, ²Research Center for Urban Safety and Security, Kobe University

夏季の山岳域での局所豪雨は、しばしば長時間維持する積乱雲によりもたらされる。このような豪雨の事例として、2010年7月28日に朝霧高原上で長時間維持した積乱雲に伴う豪雨の形成について、山梨大学 X-MP レーダー (UYR) の観測データから解析した。

朝霧高原は、東に富士山に接続する斜面と西に毛無山へ向かう緩やかな斜面を伴い、南の駿河湾へつながる、水平スケールが約 10km 程度の地形である。

積乱雲は、1140JST から 1740JST までに、54 個の降水セルが出現と消滅を繰り返すことで維持した。期間を通じて、積乱雲は 2~4 個の降水セルを維持していた。そして、反射強度 (ZH)40dBZ 以上を閾値としたエコー頂とエコー面積の時間変化から、1300JST ~ 1540JST に出現した降水セルが他の期間の出現したものと比較して非常に発達したことが分かった。

降水セルの軌跡と高堀と真木 (2009) の方法で推定した高度 2km の総降雨量の解析から、1300JST ~ 1540JST では、朝霧高原内の毛無山へ向かう緩やかな斜面上から富士山北西の麓へ移動する 24 個のセルにより、総降雨量が最大で 120mm を超える降雨を形成した。これが局所的な豪雨の主要因となることが示唆された。

一方、1140JST ~ 1300JST では富士山に接続する斜面上で出現し、富士山の北西の麓へ移動した 15 個の降水セルにより、1540JST ~ 1740JST では 1300JST ~ 1540JST に出現した位置よりやや北側かつ標高の高い斜面上で出現し、富士山の北西の麓へ移動した 15 個の降水セルにより、局所的な降雨が形成された。しかし、それぞれの期間の総降雨量は最大で 15mm と 30mm を超える程度であり、1300JST ~ 1540JST のそれと比べて非常に小さかった。約 10km スケールの地形内での、降水セルの出現位置のわずかな違いにより、それぞれの降水セルの発達は異なり、降雨のもたらせ方に違いが生じた事が示唆される。

謝辞：本研究は、山梨大学グローバル COE プログラム「アジア域での流域総合水管理研究の展開」(拠点リーダー 砂田憲吾) によりサポートされています。また、科学技術戦略推進費「気候変動に伴う極端現象に強い都市創り」から一部支援を受けています。

キーワード: 積乱雲, 局所豪雨, 山岳

Keywords: cumulonimbus cloud, localized torrential rainfall, mountains

Short-term flood prediction for Ciliwung river basin using C-band Doppler radar and distributed hydrological model

Short-term flood prediction for Ciliwung river basin using C-band Doppler radar and distributed hydrological model

Reni Sulistyowati^{1*}, Ratih Indri Hapsari², Satoru T. Oishi¹, Hidayat Pawitan³, Fadli Syamsudin⁴, Shuichi Mori⁵, Manabu D. Yamanaka⁵

SULISTYOWATI, Reni^{1*}, Ratih Indri Hapsari², Satoru T. Oishi¹, Hidayat Pawitan³, Fadli Syamsudin⁴, Shuichi Mori⁵, YAMANAKA, Manabu D.⁵

¹Kobe University, ²University of Yamanashi, ³Bogor Agricultural University, ⁴BPPT, ⁵JAMSTEC

¹Kobe University, ²University of Yamanashi, ³Bogor Agricultural University, ⁴BPPT, ⁵JAMSTEC

In order to mitigate flood disasters occurring frequently in Jabodetabek (Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, and Bekasi) area, application of the weather radar technology to an early warning system against extreme weather is needed strongly and urgently. In this study, both observation and model calculation are done using a radar installed in Jabodetabek area.

First, rainfall data have been derived from observations with a C-band Doppler radar (CDR) during the intensive observational period of HARIMAU2010 (14 January to 15 February 2010). Analyzing these data, we have found two types of rainfall propagation patterns: zonal (from west to east) and meridional (from south to north, or from north to south). The latter is more important to cause floods over the major (Ciliwung) river basin in the Jabodetabek area, which is related with convective clouds migrating in the meridional direction with a diurnal cycle.

Next, the data for typical heavy rainfall cases were used to simulate runoff in the Ciliwung river basin by using a distributed hydrological model (the CDRMV3 model). From the radar rainfall data over the Ciliwung river basin, generated runoff has been calculated for each cell of the model. Discharge hydrograph obtained by this runoff simulation has been verified with the discharge observational data. Simulations for the cases of meridional propagation patterns with diurnal cycle provide large discharges as observed actually. Therefore, this approach could provide a useful system for short-term flood prediction in Jabodetabek area.

キーワード: Weather radar, Distributed hydrological model, Rainfall, Runoff, Flood prediction, Ciliwung river basin

Keywords: Weather radar, Distributed hydrological model, Rainfall, Runoff, Flood prediction, Ciliwung river basin

国土地理院のGPS観測網を用いた水蒸気非一様性の解析 Retrieval of Water Vapor Anisotropy using the Japanese Nationwide GPS Array

小司 禎教^{1*}

SHOJI, Yoshinori^{1*}

¹ 気象研究所

¹ Meteorological Research Institute

全地球測位システム (GPS) で観測される搬送波位相データから、水蒸気非一様性の度合いを推定する2つの指標を考案し、2011年8月について、降水との対応を調べた。一つは水蒸気の1次勾配成分、及びその収束・発散。もう一つはより高次の非一様性を示す。

地上気圧観測から推定した乾燥空気による勾配を、GPS解析から得られる勾配成分と比較した結果、GPSによる勾配パラメータの主要な部分は水蒸気によってもたらされていることがわかった。また、1次勾配成分から見積もった大気のスケールハイトは、高層ゾンデ観測の水蒸気プロファイルに指数関数近似を適用して求めたスケールハイトに対して、1.2-1.7倍の値となった。

2011年8月の本州中部山岳域で、上記2つの指標を、GPS可降水量(PWV)とともに変動特性を調べた。時刻別に月平均した値の分布を見ると、PWV、1次勾配、非一様成分のいずれも明瞭な日変化を示すことが確認された。いずれの指標も山間部では午前から午後に掛けて増大し、夕方に最大値となる傾向にある。1次勾配成分の収束は、山の峰の部分で極大となる傾向があり、PWVの分布で見るとより細かい水蒸気の収束が判別できる。

これらの指標と降水の関連を統計的に調査した。

前1時間降水量、及び前1時間で1mm未満の降水の場合についての後1時間の降水量との関連を調べた。PWVが多くなると、10mm/h未満の降水の頻度が増すことが確認できた。一方10mm/hを超える雨については、PWVの増加と頻度の増加には明確な関連が認められなかった。一方、1次勾配と非一様成分に関しては、10mm/hを超える雨に関しても明瞭な対応関係が見られた。

2011年8月11日の関東地方の対流性降水の事例について、上記のGPS解析から得られる各パラメータと、雷雲発生との関連について調べた。当日関東地方は高気圧に覆われ、東京湾周辺には湾からの海風により地上風の収束域が存在していた。GPSから得られる1次勾配の収束域は、分布や強度の変化が、地上風の収束域とよく対応しており、降水発生との関連も見られた。

以上の結果は、GPSから得られる水蒸気非一様性の指標が、降水現象の実況監視に有用な情報を提供し得ることを示唆している。

キーワード: GPS 気象学, 視線遅延量, 勾配, 対流性降水

Keywords: GPS Meteorology, Slant Path Delay, Gradient, Convective rain

稠密 GPS 受信ネットワークによる集中豪雨監視システムに関する基礎研究 Basic research of now-casting system for severe storms by using a dense GPS network

岩城 悠也^{1*}, 津田 敏隆¹, 佐藤 一敏¹, Realini Eugenio¹, 大井川 正憲¹

IWAKI, Yuya^{1*}, TSUDA, Toshitaka¹, SATO, Kazutoshi¹, REALINI, Eugenio¹, OHIGAWA, Masanori¹

¹ 京都大学生存圏研究所

¹ Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University

近年、突発的かつ局所的な集中豪雨が増加傾向にある。このような集中豪雨には雲の発生から 30 分程度で、数 km の狭い範囲で強い雨が降るといった特徴があるが、前兆現象として観測されている水蒸気量の変動が数 km の狭い範囲で急激に起こるため現在運用されている気象予報システムでは予測が困難である。水蒸気量推定には、GPS の衛星測位電波に生じる大気による伝搬遅延から大気中の水蒸気積算量(可降水量=単位面積当たりの大気の柱に含まれる水蒸気の総量)を推定する手法がある(GPS 気象学)。天候に依存せず、高い時間分解能を持つという利点があるが、局所的な集中豪雨の前兆を GPS 気象学手法によって捉えるには、日本全国に設置されている定常 GPS 観測網:GEONET では設置間隔が約 20 km であるため水平分解能が不十分である。そこで、数 km 間隔の稠密な GPS 受信機網を新設することで 1-2 km の水平分解能、2-3 分の時間分解能、そして 1 mm 程度の可降水量分解能を持つリアルタイムの集中豪雨監視システムの構築を提案する。

我々はこの実験用に独自 GPS 観測網を構築するために京都大学宇治キャンパス周辺に 1~2 km 間隔で 2 周波 GPS 受信機と気象計を設置した。観測網で推定された可降水量の精度を検証する実験を 2011 年 7、8 月にラジオゾンデ、ライダー、マイクロ波放射計との比較によって行った。可降水量を比較した際、GPS はラジオゾンデ及びマイクロ波放射計と調和的な変動を捉え、差は RMS で 3.0 mm 程度であった。ライダーと GPS の可降水量差はライダーによる観測可能高度の限界によって RMS で 4.0 mm 程度となった。各観測点が推定した可降水量を 2 次元に可視化することで、観測された値の空間変動が時間連続的に起こることが確認された。よって、観測点ごとの値の差異はノイズによるものではなく、実際に各座標での可降水量のばらつきを推定できていると考えられる。

この観測網を用いた水蒸気量変動監視システムの基本的な構成要素;可降水量を推定、空間内挿、可視化するためのツールを構築した。準リアルタイムで取得したデータを可視化できる。システムをリアルタイムで運用する際に必要になる、衛星軌道予報暦の精度が大気による遅延長推定にもたらす影響を衛星軌道暦の最終値と比較することで検証した。観測点ごとに推定した大気遅延長同士の相関を計算したところ、予報暦と最終暦ではほぼ同等の結果となった。観測点間の遅延長推定に対して衛星軌道情報の精度は独立であることが確認されたため、相対測位によって予報暦の影響を軽減できると考えられる。

実際に集中豪雨監視システムとして稠密 GPS 受信ネットワークを設置する際には、例として大阪市に 1 km 間隔の GPS 受信機網を設置する場合、200 台以上の受信機が必要となるため廉価な 1 周波 GPS 受信機を用いることが望ましい。しかしながら、1 周波 GPS 受信機では電離層における電波の遅延を補正することができない。電離層遅延は一般には 2 周波受信機による周波数の線形結合によって補正されるため、1 周波受信機網の周囲にある 2 周波受信機によって電離層遅延を推定し、内挿するための補正モデルを生成、適用する必要がある。独自観測網を用いた数 km スケールのモデルを生成し、精度検証を行った。電離層における全電子数(TEC)の変動が激しい時間帯においてモデルを適用し、1 周波解析と 2 周波解析とで大気による遅延長を比較したところ RMS で 4.5 mm 程度となった。可降水量に変換すると 0.7 mm 程度になるため、電離層が荒れている状態でも目標とする 1 mm の可降水量分解能を実現できる可能性があると考えられる。また、GEONET を用いた 20 km スケールの内挿モデルでも独自観測点によるモデルを適用した場合とほぼ同等の結果が得られた。

このモデルは電離層を高度 350 km における球殻と仮定して生成されており、この高度における日没・日昇時間前後での大気遅延長の変化を 1 周波解析にモデルを適用した場合と 2 周波解析とで解析した。日没あるいは日昇時刻の約 30 分前から 30 分後にかけて大きく変動することが確認されたため、電離層が太陽光を受けてから、あるいは電離層に太陽光が当たらなくなってから実際に電離層遅延長の変動が大きくなるまでの時間差が約 1 時間程度生じると考えられる。

キーワード: 極端気象, GPS 気象学, 可降水量, 集中豪雨, 早期監視, 電離層擾乱

Keywords: Extreme weather, GPS meteorology, Precipitable Water Vapor, Severe storms, Now-casting, Ionospheric disturbance

日本の首都圏で日最高気温 40.9℃ を記録した極端な猛暑の形成メカニズム Formation Mechanisms of the Extreme High Surface Air Temperature of 40.9°C Observed in the Tokyo Metropolitan Area

高根 雄也^{1*}, 日下 博幸²

TAKANE, Yuya^{1*}, Hiroyuki Kusaka²

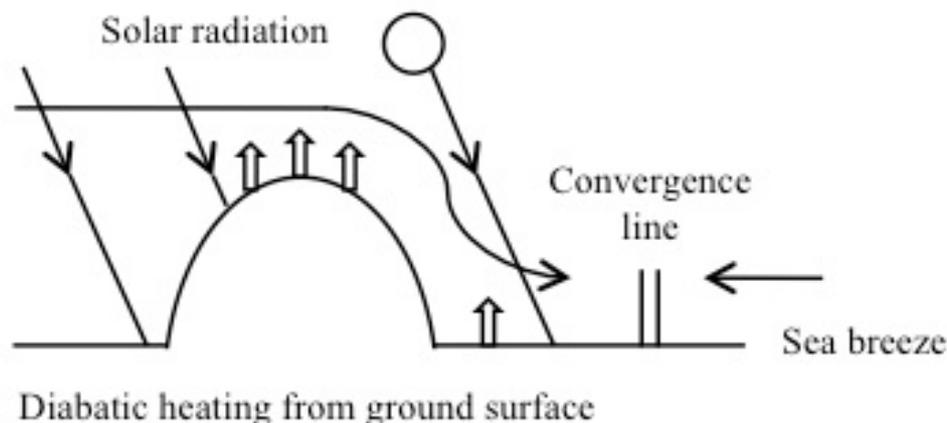
¹ 筑波大学大学院生命環境科学研究科, ² 筑波大学計算科学研究センター

¹Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, ²Center for Computational Sciences, University of Tsukuba

A record-breaking high surface air temperature in Japan of 40.9°C was observed on 16 August 2007 in Kumagaya, located 60 km northwest of central Tokyo. In this study, the formation mechanisms of this extreme high temperature event are statistically and numerically investigated using observational data and the Weather Research and Forecasting (WRF) model. The extreme event is caused by a combination of two particular factors: 1) Persistent sunshine and a lack of precipitation during the seven consecutive days preceding 16 August 2007 were seen in Kumagaya. This was the 12th-longest stretch of clear-sky days in July and August from 1998 up to 2008. Persistent clear-sky days allow the ground surface to dry out, which produces an increase in sensible heat flux from the ground surface. This contributes to the extreme event, and its mechanism is qualitatively supported by the results of sensitivity experiments of soil moisture on surface air temperature. 2) A foehnlike wind (Fig.1) appears in the numerical simulation, which is caused by diabatic heating with subgrid-scale turbulent diffusion and sensible heat flux from the ground surface when this airflow passes in the mixed layer over the Chubu Mountains and the inland of the Tokyo metropolitan area. Backward trajectory analysis and Lagrangian energy budget analysis show that the foehnlike wind plays a more important role in the extreme event than the adiabatic dynamic foehn pointed out by previous studies.

キーワード: 極端な高温, フェーン, 連続晴天, WRF, 熊谷市

Keywords: Extreme high temperature, Foehn, Persistent clear-sky days, WRF, Kumagaya city



首都圏の夏季気候の将来予測と健康影響評価

Climate Projection in the Tokyo Metropolis in Summer and Impact Assessment to Human Health

日下 博幸^{1*}, 足立幸穂², 飯島奈津美¹, 藤田恵子¹, 井原智彦³, 飯泉仁之直⁴, 鈴木パーカー明日香¹, 原政之², 山形与志樹⁵
KUSAKA, Hiroyuki^{1*}, Adachi, A. Sachiko², Iijima, Natsumi¹, Fujita, Keiko¹, Ihara, Tomohiko³, Iizumi, Toshichika⁴, Suzuki-Parker, Asuka¹, Hara, Masayuki², Yamagata, Yoshiki⁵

¹ 筑波大学, ² 海洋研究開発機構, ³ 産業技術総合研究所, ⁴ 農業技術環境研究所, ⁵ 国立環境研究所

¹University of Tsukuba, ²JAMSTEC, ³AIST, ⁴NIAES, ⁵NIES

都市のヒートアイランドは、住民の健康に悪影響を及ぼすことから、政府や地方自治体は対策に乗り出している。都市域における将来の気候変化に関する情報は、長期的展望を見据え対策を考えていくためには不可欠である。Kusaka et al. (2012) は IPCC の SRES A1b シナリオ下における東京都市圏・名古屋都市圏・大阪都市圏の 2070 年代 8 月気温予測と簡単な健康影響評価を実施した。本研究では、2030, 2050, 2070 年代の首都圏の夏季気候予測を行い、今後の全球規模の気候変動による気温上昇量と都市の拡大・縮小による気温上昇量の評価を行う。さらには、気温上昇が都市住民の健康に及ぼす影響も評価する。はじめに、領域気候モデル WRF を用いて、2000 年代の各年の 8 月の現状再現実験を行う。WRF の計算結果を観測値と比較し、現在気候の再現性を確認する。

次に、WRF を用いた力学的ダウンスケーリングにより、IPCC の SRES A1b シナリオ下における 2030 年代、2050 年代、2070 年代の 8 月の将来予測実験を実施する。力学的ダウンスケーリングには疑似温暖化手法を用いる。また、疑似温暖化データ作成に必要な温暖化成分は、複数の CMIP3 モデルの将来気候予測結果から作成する。

さらには、熱中症の指標となる暑熱環境指数の一つである WBGT が 28 以上となる時間数の出現頻度や、睡眠困難が発生しはじめる深夜の気温 26 以上の日の出現頻度を調査する。

最後に、被害算定型影響評価手法を用いて、温暖化に伴う健康影響評価を実施する。結果の詳細については当日紹介する。

キーワード: WRF, 都市気候, 地域気候予測, 猛暑, 熱中症, 睡眠困難

Keywords: WRF, urban climate, regional climate projection, extreme high temperature event, heat stroke, sleep disorders

Composite Map of X-band Polarimetric Radar Parameters and Rainfall Amounts in the Tokyo Metropolitan Area Composite Map of X-band Polarimetric Radar Parameters and Rainfall Amounts in the Tokyo Metropolitan Area

Dong-Soon Kim^{1*}, Masayuki Maki¹, Takeshi Maesaka¹, Shyuichi Tsuchiya²
KIM, Dong-Soon^{1*}, Masayuki Maki¹, Takeshi Maesaka¹, Shyuichi Tsuchiya²

¹National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, Tsukuba, Japan, ²National Institute for Land and Infrastructure Management, Tsukuba, Japan

¹National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, Tsukuba, Japan, ²National Institute for Land and Infrastructure Management, Tsukuba, Japan

Due to severe rainfall attenuation, all the X-band radars in the network suffered a loss of received signal power. In severe cases, signal extinction occurred in the area behind a strong precipitation area; signal extinction area being defined herein as an area where the backscattered signal is below the receiver noise level. The present study examines the accuracy of composite polarimetric parameters (Z_H , Z_{DR} , and K_{DR}) and rainrate (RR) from an X-band polarimetric radar network situated in the Tokyo Metropolitan area.

The case analyzed is one of localized convective precipitation that was observed on 28 Sep. 2010 by 4 X-band polarimetric radars (EBN, KSR, SAT, and SYK), a 2-dimensional video disdrometer (2DVD), a Joss-Waldvogel type disdrometer, and a surface rain gauge network. When the precipitation system passed over the disdrometer sites, a peak rain rate of 88.9 mm h⁻¹ was observed. Four X-band radars which compose the radar network successfully compensated each other for the signal extinction and provided composite maps of the polarimetric radar parameters and the rain rate. Validations of the polarimetric parameters and rain rate of the composite map were done by inter-comparisons of four X-band radars. Validations were also made by comparing radar parameters with those calculated from disdrometers. The results of the inter-comparisons show reasonably good agreement. The results of the validations of composite Z_H , Z_{DR} , and K_{DR} and RR with disdrometers show good agreement; the normalized biases (correlation) of those parameters were 3.9 % (0.92), 21.3 % (0.82), -2.18 % (0.94), and 1.35 % (0.90), respectively.

It is concluded that a network of radars is essential when X-band polarimetric radar is used for heavy rainfall observations. Composite polarimetric radar parameters can provide useful information, not only for hydrology applications but also for micro-physical studies. However, the radar composite 10 minute rainfall amounts obtained were about 22 % smaller than surface rain gauge data. The possible reasons are discussed.

キーワード: X-band Polarimetric Radar, Composite Map, Rainfall amounts, Signal extinction area

Keywords: X-band Polarimetric Radar, Composite Map, Rainfall amounts, Signal extinction area

Analysis of convective precipitations using one-minute rainfall rate dataset by X-band MP radar network in MLIT, Japan

Analysis of convective precipitations using one-minute rainfall rate dataset by X-band MP radar network in MLIT, Japan

Dong-Soon Kim^{1*}, Masayuki Maki¹, Ju-Yeon Kim², Takeshi Maesaka¹, Koyuru Iwanami¹, Shyuichi Tsuchiya³
KIM, Dong-Soon^{1*}, MAKI, Masayuki¹, Ju-Yeon Kim², MAESAKA, Takeshi¹, IWANAMI, Koyuru¹, Shyuichi Tsuchiya³

¹National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, Tsukuba, Japan, ²Pukyong National University, Busan, Korea, ³National Institute for Land and Infrastructure Management, Tsukuba, Japan

¹National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, Tsukuba, Japan, ²Pukyong National University, Busan, Korea, ³National Institute for Land and Infrastructure Management, Tsukuba, Japan

The convective precipitation which comprised of several convective cells develops very rapidly and sometimes it concentrates in a small area and, as a result, causes urban flooding. A number of radar observation studies have reported that individual convective cells have average lifetimes of about 30 minutes. To investigate the three-dimensional structure of precipitation cell and system, volume scan radar data can provide useful dataset, but it takes about 5-10 minutes at the least. This time-consuming volume scan could not trace a violent change of convective precipitation entirely. Therefore, to understand convective precipitation, high spatiotemporal observations are essential.

Recently, National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention (NIED) developed an operational data processing system, which estimates the rainfall intensity from the radar data, and which creates regional composite data every one minute, under a Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT) in Japan. This system provides a very high temporal resolution rainfall intensity data in the large area, which is useful to study violent convective precipitation. The purpose of present study is to clarify statistical characteristics of spatiotemporal structure of convective precipitation using X-band multi-parameter (MP) radar data.

The present study uses one minute rainfall intensity data obtained by X-band MP radar network situated in the Tokyo Metropolitan area from July to September 2010. The data has the spatial resolution of longitudinal 45/4" and latitudinal 30/4" (250 m, approximately). In the analysis, 1) rainfall duration, 2) number of peak in each rainfall duration, 3) accumulated rainfall amount, 4) rainrate intensity of each rainfall peak, etc are calculated based on time change of rainfall rate at each grid point, and spatial patterns of 6) rainfall area and 7) distribution of rainfall peak are also analyzed.

Results of analysis of one peak continuous precipitation which has one peak during the rainfall period show the average lifetime is less than 30 minutes, the maximum rainrate is 20-70 mm h⁻¹, the accumulated rainfall amount is less than 10 mm and the rainfall area is 8-9 km². The statistical analysis of two or more peak continuous precipitation (multi-peak continuous precipitation cell) is undergoing and the results will be presented at the conference.

キーワード: X-band MP radar, Convective precipitations, One-minute rainfall rate dataset

Keywords: X-band MP radar, Convective precipitations, One-minute rainfall rate dataset

Severe Weather Occurrence on the State of Sao Paulo caused by Upper Levels Cyclonic Vortices: A Case Study

Severe Weather Occurrence on the State of Sao Paulo caused by Upper Levels Cyclonic Vortices: A Case Study

Silvia Manami Yaguchi^{1*}, Nelson Jesus Ferreira¹, Gustavo Carlos Juan Escobar¹
YAGUCHI, Silvia M.^{1*}, Nelson Jesus Ferreira¹, Gustavo Carlos Juan Escobar¹

¹Center for Weather Forecast and Climate Studies, National Institute for Space Research

¹Center for Weather Forecast and Climate Studies, National Institute for Space Research

This work presents a case study on Upper Levels Cyclonic Vortices (ULCV) that act on the May 4th 2009 causing major impacts in the metropolitan region of Sao Paulo and in the Vale do Paraiba, Brazil. The interest of this case was the fact that only few papers about ULCV in the subtropical latitudes of South America were published and due to the occurrence of a severe hailstorm on cities of the state of Sao Paulo, used to evaluate the numerical model ETA20 to identify these extreme events. The synoptic analysis fields of wind, vertical velocity (ω) and geopotential height were carried out, also a simple evaluation of the numerical model ETA20 predictions. The results showed that the cyclonic vorticity is slightly increased during the morning until dawn and follows eastwards as a dipole shape with a wide range of trough and the rear edge. The severe weather observed in the most of the State of Sao Paulo was associated with the behavior of the atmosphere in the middle and upper troposphere, specifically with the presence of anomalous cold air at these levels. There were a maximum gradient of zonal and meridional wind and intense upward movements in the eastern cone of the State of Sao Paulo with rainfall and hail mainly in the Vale do Paraiba. The thermodynamic analysis indicated the presence of a very moist mass and unstable air over much of the State of Sao Paulo. The numerical model ETA20 identified the favorable area to the occurrence of storms with 18 hours in advance.

キーワード: ULCV, instability index, weather forecast

Keywords: ULCV, instability index, weather forecast

LETKF ネストシステムで再現した岡崎豪雨 Okazaki heavy rainfall reproduced by LETKF nest system

瀬古 弘^{1*}, 斉藤 和雄¹
SEKO, Hiromu^{1*}, SAITO, Kazuo¹

¹ 気象研究所

¹Meteorological Research Institute

2008年8月28-29日に愛知県岡崎市等で豪雨を引き起こした降水系に、局地アンサンブル変換カルマンフィルター(LETKF)をネストさせたシステムを適用して、再現実験をおこなった。LETKF ネストシステムは、メソスケールの収束と現実に近い降水量を再現するために、水平格子間隔を15kmと1.875kmにした親LETKFと子LETKFから構成され、通常のダウンスケール実験のように子LETKFの境界値を親LETKFの出力から作成して与えるだけでなく、6時間毎に子LETKFの結果を親LETKFに反映させて、子LETKFの情報を親LETKFにフィードバックさせるようになっている。本実験では、同化データに高層観測や航空機観測データなどを含む気象庁の現業予報で用いられたデータを用いた。

LETKF ネストシステムを用いて実験を行うと、多くのアンサンブルメンバーで、位置や強度が異なる線状の降水域が再現できた。アンサンブル予報の出力を用いると、豪雨をもたらした降水系の発生確率が得られると同時に、アンサンブル予報の複数のシナリオを用いて、降水量と他の物理量、たとえば、下層の水蒸気フラックスや下層や中層の相当温位などの関係について調べることができる。本報告では、LETKF ネストシステムを紹介するとともに、再現された降水系の詳細や降水量と他の物理量との関係等を示す予定である。

キーワード: 豪雨, アンサンブルカルマンフィルター

Keywords: Heavy rainfall, Ensemble Kalman Filter

鉛直積算雨水量 (VIL) を用いたナウキャストの検討 A Consideration of Nowcast with the use of Vertically Integrated Liquid Water Content (VIL)

平野 洪寛^{1*}, 真木 雅之¹, 加藤 敦¹, 前坂 剛¹, 三隅 良平¹, 金 東順¹, Jeong Jong-Hoon²

HIRANO, Kohin^{1*}, MAKI, Masayuki¹, Kato Atsushi¹, MAESAKA, Takeshi¹, MISUMI, Ryohei¹, KIM, Dong-Soon¹, Jeong Jong-Hoon²

¹ 防災科学技術研究所, ² 釜慶大学校

¹National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, ²Pukyong National University

2008年7月28日の神戸市都賀川の急増水による水難事故や、8月5日の豪雨による東京都豊島区雑司ヶ谷付近での下水道事故のように、局地的集中豪雨（いわゆるゲリラ豪雨）による事故が近年日本の各地で多発し、多くの尊い人命や貴重な財産を奪った。局地的豪雨は気象学的に明確に定義されていないが、一般的に、1時間程度の短い時間に、極めて狭い10km程度の範囲に急激に出現、発達をし、1時間当たり100mmを超えるような猛烈な雨を降らせる、降雨をもたらす積乱雲が組織化されず、実態の把握が難しい等の特徴を持つ。人々が安心して暮らせる社会作りのためには、このような局地的豪雨の予測技術の確立は喫緊の課題である。一方、降雨の短時間予測手法の一つとして、気象レーダーデータを用いたナウキャスト法が急激な豪雨の予測にも有効であると期待される。本研究では鉛直積算雨水量 (Vertically Integrated Liquid water content, VIL) に焦点をあて、X-バンド偏波レーダの観測情報からVILを推定する手法を提案し、複数の局地的集中豪雨事例を対象にVILの推定結果と地上雨量観測値と比較することによりVILを用いたナウキャストの実用性を検討した。

キーワード: VIL, 集中豪雨, X-バンド, MPレーダ, ナウキャスト

Keywords: VIL, concentrated heavy rain, X-band, MP radar, nowcast

東京における夏期対流性降雨の環境安定度の地球温暖化時将来変化 Projected regional-scale changes in environmental stability for summertime convective rain in Tokyo under global warming

竹見 哲也^{1*}

TAKEMI, Tetsuya^{1*}

¹ 京都大学防災研究所

¹ Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

総観規模の影響が顕著でない状況下で急発達する積乱雲による領域規模での降水現象を理解し予測することは、災害の防止・軽減の観点から重要である。このような降水現象の振舞いの将来変化については研究上の科学的興味および社会からの関心が高まっている。本研究では、総観規模の影響が顕著でない条件下で生じる午後の降水現象に対する環境場の安定度について、約 20 km の水平分解能を有する超高解像度大気大循環モデルによる現在・近未来・将来気候の数値シミュレーションのデータを用いて調べた。将来変化は、気候変動に関する政府間パネルの A1B 排出シナリオに基づく全球の温暖化による生じるものである。解析対象領域は関東平野である。大循環モデルによる現在気候実験データをラジオゾンデ観測値および気象庁メソ客観解析値と比較することで有用性を示し、午後の降水現象に対する環境場の安定度の将来変化について統計解析により調べた。将来気候においては、対流圏下部での気温減率は減少し、水蒸気混合比は対流圏全層にわたって増加する。気温および水蒸気量の鉛直分布の変化によって、可降水量および対流有効位置エネルギーがともに増加する。これらの将来変化は、近未来から将来になるほどより顕著に現れる。さらに、気候シミュレーションの各時期において午後の降水の有無による安定度パラメータの違いについて統計解析を行い、降水の有無を峻別する安定度パラメータで診断した環境条件は、現在気候と将来気候とで基本的には違いは生じないことが分かった。この解析結果から、総観場の影響が顕著でない状況下では、午後の降水現象に好都合な環境場の特徴は、温暖化気候においても変わらないということが示唆される。

キーワード: 対流性降雨, 地球温暖化, 領域気候, 東京, 環境安定度

Keywords: convective rain, global warming, regional climate, Tokyo, environmental stability