

U022-01

会場:304

時間:5月22日 14:20-14:40

極端気象に強い都市創り社会実験 Social Experiments on Extreme Weather Resilient Cities

真木 雅之^{1*}, 三隅良平¹, 鈴木真一¹, 前坂剛¹, 加藤敦¹, 栢原孝浩¹, 清水慎吾¹, 若月強¹, 出世ゆかり¹, 平野洪寛¹, 中谷剛¹, 岩波超¹, 櫻井南海子¹, キムドンスン¹, 石原正仁², 中村功³, 服部敦⁴, 土屋修一⁴, 加藤琢磨⁴, 山路昭彦⁵, 村山泰啓⁶, 吉原貴之⁷, 藤吉康志⁸, 鈴木靖⁹, 牛尾 知雄¹⁰, 砂田憲吾¹¹, 山田正¹², 中森広道¹³, 小林文明¹⁴, 横山仁¹⁵, 平口博丸¹⁶, 田村雅直¹⁷, 川田信也¹⁷, 吉井護¹⁷, 池谷充隆¹⁸, 林 晃¹⁹, 土屋信行²⁰, 外狩麻子²¹, 後藤 宗春²², 大塚 清敏²³, 和田将一²⁴, ドンインリー²⁵, チャンドラ²⁶

Masayuki Maki^{1*}, Ryohei Misumi¹, Shin-ichi Suzuki¹, Takeshi Maesaka¹, Atsushi Kato¹, Takahiro Kayahara¹, Shingo Shimizu¹, Tsuyoshi Wakatsuki¹, Yukari Shusse¹, Kohin Hirano¹, Takeshi Nakatani¹, Koyuru Iwanami¹, Namiko Sakurai¹, Dong-Soon Kim¹, Masayo Ishihara², Isao Nakamura³, Atsushi Hattori⁴, Syuichi Tuchiya⁴, Takuma Kato⁴, Akihijo Yamaji⁵, Yasuhiro Murayama⁶, Takayuki Yoshiwara⁷, Yasushi Fujiyoshi⁸, Yasushi Suzuki⁹, Tomoo Ushio¹⁰, Kengo Sunada¹¹, Tadashi Yamada¹², Hiromichi Nakamori¹³, Fumiaki Kobayashi¹⁴, Hitoshi Yokoyama¹⁵, Hiromaru Hiraguchi¹⁶, Masanao Tamura¹⁷, Shinya Kawada¹⁷, Mamoru Yoshii¹⁷, Michitaka Ikenoya¹⁸, Akira Hayashi¹⁹, Nobuyuki Tsuchiy²⁰, Asako Togari²¹, Muneharu Goto²², Kiyotoshi Otsuka²³, Masakazu Wada²⁴, Dong-In Lee²⁵, V. Chandrasekar²⁶

¹ 防災科学技術研究所, ² 気象研究所, ³ 東洋大学, ⁴ 国土技術政策総合研究所, ⁵ 日本気象協会, ⁶ 情報通信機構, ⁷ 電子航法研究所, ⁸ 北海道大学, ⁹ 京大防災研, ¹⁰ 大阪大学, ¹¹ 山梨大学, ¹² 中央大学, ¹³ 日本大学, ¹⁴ 防衛大学校, ¹⁵ 東京都環境科学研究所, ¹⁶ 電力中央研究所, ¹⁷ 東京消防庁, ¹⁸ 横浜市, ¹⁹ 藤沢市, ²⁰ 東京都江戸川区, ²¹ JR 東日本, ²² JR 東海, ²³ (株) 大林組, ²⁴ (株) 東芝, ²⁵ 釜慶国立大学, ²⁶ コロラド州立大

¹NIED, ²MRI, ³Toyo University, ⁴NILIM, ⁵Japan Weather Association, ⁶NICT, ⁷ENRI, ⁸Hokkaido Univ., ⁹DPRI/Kyoto Univ., ¹⁰Osaka Univ., ¹¹Yamanashi Univ., ¹²Chuo Univ., ¹³Nihon Univ., ¹⁴National Defence Academy, ¹⁵TMRI, ¹⁶CRIEP, ¹⁷Tokyo Fire Department, ¹⁸Yokohama City, ¹⁹Fujisawa City, ²⁰Edogawa-Ku/Tokyo, ²¹JR-EAST, ²²JR-CENTRAL, ²³Obayashi Co., ²⁴Toshiba Co., ²⁵Pukyong National Univ., ²⁶Colorado State Univ.

近年、都市域を中心としてごく狭い地域に突発的に発生する局地的大雨や強風などの極端気象による被害が発生している。気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 第4次評価報告 (2007) によると、地球温暖化の進展に伴いほとんどの陸域で大雨頻度の増加や、巨大台風の発生数の増加の可能性が高いことが予測されている。一方、都市化によるヒートアイランドが大雨を増加させる可能性についても活発に議論されている。社会インフラが高度に発達した都市は極端気象に対する脆弱性が大きく、気候変動に伴う被害の甚大化を防ぐための対策が急務である。

本課題は、理学・工学・社会学の研究者で構成される研究チームにより、首都圏に稠密気象観測網を構築して極端気象の発生プロセスとメカニズムを解明し、現象を早期に検知しエンドユーザーに伝達する「極端気象監視・予測システム」を開発し社会実験することにより、気候変動により増加および巨大化が懸念される極端気象に対して強い都市創りへの提言をまとめることを目的とする。

キーワード: キョクタンキショウ, ゴウウ, レーダ, ナウキャスト, シャカイ ジッケン, トシガタスイガイ

Keywords: extreme weather, heavy rainfall, radar, nowcast, social experiments, urban flooding

都市域における局地的大雨のメカニズム解明のための首都圏稠密観測プロジェクト A field campaign project for study of thunderstorm-induced heavy local rainstorms in the Tokyo Metropolitan Area

石原 正仁^{1*}, 小林隆久¹, 鈴木 修¹
Masahito Ishihara^{1*}, Takahisa Kobayashi¹, Osamu Suzuki¹

¹ 気象庁気象研究所

¹ Meteorological Research Institute

1. 社会的背景

近年、都市型水害が社会問題となっている。河川や下水の排水処理能力を超えて雨が降ると、舗装が普及した都市部では雨水が低い場所に集まり、短時間のうちに浸水などが起こる。積乱雲は10km四方程度の大きさではあるが短時間で強い雨をもたらすので、都市域では局地的な災害を引き起こすことがある。2008年8月5日の豊島区雑司が谷の下水道工事現場、同年7月28日の兵庫県神戸市都賀川の親水施設、2009年8月19日の沖縄県那覇市ガープ川の河川工事現場における各事故が記憶に新しい。こうした大雨は「局地的大雨」あるいは「ゲリラ豪雨」と呼ばれる。

2. 監視・予測の困難性と予備調査

現在の科学技術では局地的大雨の発生場所や雨の強さを事前に予測することはできない。予備的調査として、豊島区雑司が谷の局地的大雨の当日、首都圏に発生した179個の積乱雲の形態を気象レーダーによって調べた。積乱雲の平均直径は5km、寿命の最頻値は40分であった。レーダーで雨域を認めてから雨がピークに達するまでには10~20分か要しなかった。局地的大雨についての情報を高い精度で、タイミングよく社会に発信することの困難さを示している。さらに、気象庁のレーダーデータを用いて積乱雲の発達と大雨開始の監視・予測性を調べた。上空の降水コアの動向、鉛直積算雨量(VIL)、VILと地上降水強度による降雨予測、さらに雲放電・地上落雷について調べた。しかし、こうした運動学的手法によって大雨の開始を量的に予測するには限界があった。積乱雲が発生し局地的大雨に至るまでの過程を力学的・雲物理的観点から解明することから始め、その成果にもとづいて必要な監視・予測技術を開発する必要がある。

3. 研究プロジェクト

文部科学省の科学技術振興調整費による研究プロジェクト「気候変動に伴う極端気象に強い都市創り」(2010~2014年度、課題代表機関:防災科学技術研究所)では、課題1「稠密観測による極端気象のメカニズム研究(代表:気象研究所)」、課題2「極端気象の監視・予測システムの開発(代表:防災科学技術研究所)」、課題3「極端気象に強い都市創り社会実験(代表:東洋大学)」の3課題が連携して研究を開始した。

課題1では、12の機関が参加して東京都区部を中心とした首都圏に稠密気象観測網を設定し、そこで発生する積乱雲を対象として、2011年夏季から3年計画で以下の研究観測を実施する。

[Kuバンドレーダー観測]:大阪大学が開発した波長2cmの気象レーダーを新たに製作し、小金井市に設置する。半径20km程度までを1~2分の時間分解能、10mの距離分解能で観測する。これにより急激に変化する積乱雲内の降水や気流構造を知ることができる。

[航空機観測]:電子航法研究所のビーチクラフトB99により、わが国では前例が少ない積乱雲周辺の大気環境場を測定する。

[ドップラーライダー観測]:大気中のエアロゾルを媒体として地上付近の風系や熱対流を測定する。北海道大学低温科学研究所が目黒区で、情報通信研究機構が小金井市で観測を行う。気象庁の現業ドップラーライダーと連携し、積乱雲の発生に先立って東京湾から都心部へ進入する海風前線や積乱雲が作り出すガストフロントなどを追跡する。

[大気境界層観測]:防衛大学校、気象研究所、情報通信研究機構により、シンチロメータ、ラジオゾンデ、鉄塔などを使って都市キャノピー上面での顕熱の鉛直輸送量などを観測する。都市域独特の大気境界層の形成と積乱雲の形成の関係を明らかにする。

[高密度地上観測網]:雨滴粒径分布及び風等気象要素の観測装置を、局地的大雨の発生頻度が多いとされる都区西部に3kmメッシュで12地点に配置する。積乱雲発生前後の地上付近の気象状況が精密に測定される。

[GPS観測]:国土院の既存観測網を補完してGPS受信機を東京都東部に5台設置し、数値モデルへの同化によって積乱雲の発生前後の水蒸気の分布を詳細に把握する。

[研究レーダー]:防災科学技術研究所、防衛大学校、中央大学、山梨大学、気象協会、電力中央研究所によるXバンドレーダー7台が首都圏を覆うようにX-NETを構成している。このうちのいくつかは二重偏波レーダーであり、電波が雨滴の中を通過する際に電波の位相が遅れることを利用して精度の高い雨量測定も可能である。つくば市にある気象研究所CバンドMPレーダーは広域の偏波・ドップラー観測を行う機能がある。高密度地上観測網と連携して積乱雲の力学

U022-03

会場:304

時間:5月22日 15:00-15:20

Introduction of Korean GRL activities for international cooperation field experiments between Korea, Japan and Taiwan Introduction of Korean GRL activities for international cooperation field experiments between Korea, Japan and Taiwan

Dong-In Lee^{1*}, Hiroshi Uyeda², Ben Jong-Do Jou³, Masayuki Maki⁴, Yasunobu Iwasaka⁵
Dong-In Lee^{1*}, Hiroshi Uyeda², Ben Jong-Do Jou³, Masayuki Maki⁴, Yasunobu Iwasaka⁵

¹Pukyong National University, Korea, ²Nagoya University, Japan, ³National Taiwan University, Taiwan, ⁴NIED, Japan, ⁵Kanazawa University, Japan

¹Pukyong National University, Korea, ²Nagoya University, Japan, ³National Taiwan University, Taiwan, ⁴NIED, Japan, ⁵Kanazawa University, Japan

Environmental atmospheric research such as heavy rainfall and aerosol particles are occurred with severe weather phenomena and transported to Korean peninsula, Japan, Taiwan and China. Natural disasters are concentrated in summer monsoon season in each country and their damages are also increased every year.

Global Research Laboratory of PKNU-HyARC Observation Network for East China Sea (GRL-PHONE) was established on June 1, 2006, for the purpose of reduction and prediction of natural disaster caused by severe weather and understanding of mechanism of heavy precipitation system in the East China Sea. And joint observation research of SoWMEX/TiMREX (Southwest Monsoon Experiment/Terrain-influenced Monsoon Rainfall Experiment) in Taiwan was accomplished to improve the QPE/QPF during monsoon season and we had an intensive field experiment to understand physical process associated with the terrain-influenced heavy precipitation systems near Tokyo metropolitan city. Aerosol particles were observed on the tower of Ieodo ocean research station located in 150km southern area from Jeju to know the fluctuation of oceanic aerosols with horizontal and vertical wind fields.

For these research projects, we continuously plan international field experiments to obtain various data using meteorological instruments such as dual polarimetric radar, AWS, radiosonde, UVW anemometer, rain gauge, LPC aerosol counter, and disdrometers (POSS, Parsivel, JWD and 2DVD).

キーワード: GRL-PHONE, SoWMEX/TiMREX, Terrain-influenced heavy precipitation, Aerosol
Keywords: GRL-PHONE, SoWMEX/TiMREX, Terrain-influenced heavy precipitation, Aerosol

U022-04

会場:304

時間:5月22日 15:20-15:35

フェーズドアレイレーダの開発 Development of the Phased Array Radar for Meteorological Application

牛尾 知雄^{1*}, 吉川 栄一¹, 水谷文彦², 和田将一², 佐藤晋介³, 吉田智¹, 森本 健志¹, 河崎善一郎¹
Tomoo Ushio^{1*}, Eiichi Yoshikawa¹, Fumihiko Mizutani², Masakazu Wada², Shinsuke Satoh³, Satoru Yoshida¹, Takeshi Morimoto¹,
Zen-Ichiro Kawasaki¹

¹ 大阪大学, ² 東芝, ³ 情報通信研究機構

¹Osaka University, ²Toshiba Corporation, ³NICT

A new phased array radar system for meteorological application has been developed by Toshiba Corporation and Osaka University under the grant of NICT. It is now well known that the rapidly evolving severe weather phenomena (e.g., microbursts, severe thunderstorms, tornadoes) is a threat to our lives particularly in densely populated area and the number of the phenomena tends to increase as the result of the global warming. Over the past decade, mechanically rotating radar systems at C-band or S-band have been proved to be effective for weather surveillance especially in wide area more than 100 km in range. However, the rapidly evolving weather phenomena has the temporal and spatial scales comparable to the resolution limit (-10 min. and -500m) of the S-band or C-band radar systems, and cannot be fully resolved with these radar systems. In order to understand the fundamental process and dynamics of such fast changing weather phenomena, volumetric observation with both high temporal and spatial resolution are required.

The phased array radar system under developing has the unique capability of scanning the whole sky with 100m and 10 second resolution up to 30 km in a cost effective manner. To achieve this goal, the system adopts the digital beam forming technique for elevation scanning and mechanically rotates the array antenna in azimuth direction within 10 seconds. The radar transmits a broad beam of several degrees with 24 elements and receives the back scattered signal with 128 elements digitizing at each elements. Then by digitally forming the beam in signal processor, the fast scanning is realized. In this presentation, concept of the project, current status of the radar development, and some results of the signal processing will be presented.

キーワード: レーダ, 積乱雲

Keywords: Radar, Thunderstorm

U022-05

会場:304

時間:5月22日 15:35-15:50

夏季晴天時に東京都心で発生する積乱雲ファーストエコーの統計的特徴 Statistical features of cumulonimbus first echoes generated in the Tokyo Metropolitan Region on mid-summer days

小林 文明^{1*}

Fumiaki Kobayashi^{1*}

¹ 防衛大学校地球海洋学科

¹ National Defense Academy

夏季晴天時に関東の平野部でしばしば積乱雲が発生・発達する。日射の加熱により山岳域で発生する対流が狭義の熱雷であるのに対して、平野部では広義の熱雷すなわち水平対流による積乱雲が形成される。しかしながら、平野部における積乱雲の発生過程、特にそのトリガーについては不明な点が残されている。また、都心周辺で発生・発達する積乱雲は、都市型洪水、都市型豪雨の観点からも注目される。本研究の目的は、南関東における積乱雲の発生に関して、積乱雲初期エコーの出現特性、雲の発生と初期エコーとの関係を明らかにするものである。

観測は横須賀（防大校舎屋上海抜 100 m）に設置された、Xバンド・ドップラーレーダーを用いて7月、8月の2ヶ月間行った。ドップラーレーダーは半径 64km のレンジ内を多仰角（0.5°~20.5°）の水平スキャン（PPI: Plan Position Indicator）と 180°の鉛直スキャン（RHI: Range Height Indicator）により 10 分間隔で連続観測を行った。雲の撮影は、固定ビデオカメラとハンディカメラを用い、固定カメラはコマ取りを行った。Xバンドレーダーでみた積乱雲の初期エコー（積乱雲の“芽”）を、ファーストレーダーエコー（以下、ファーストエコー）とよび、本研究では、夏季（7月~8月）晴天日にレーダーレンジ内の南関東で発生したファーストエコーを議論する。解析対象日およびファーストエコーは次のように定義した。1) 解析対象日：総観的な擾乱がなく、夏型で晴れの日（大手町の最高気温が 30℃以上）で南よりの海風が卓越した日。2) ファーストエコー：最盛期にレーダー反射強度 28dBZ 以上を有した対流雲のエコーをさかのぼり、最小受信感度（16dBZ）が最初にみられたもの。ただし 2 次的なエコー、移動してきたエコー、エコー周辺で再発達したものは除去した。このような条件下で検出された、1999 年から 2008 年まで 10 年間のファーストエコーについてその出現特性を議論する。

1999 年から 2006 年までの 5 夏季間、計 85 日の解析対象日に検出された約 500 個のファーストエコーについて示す。ファーストエコーの発生は、丹沢山系、房総半島という南関東の山地で多く発生していたが、東京都心（23 区）周辺でもその発生が確認された。全体のファーストエコーの 36% が丹沢山系、16% が房総半島、15% が東京都心であった。ファーストエコーの発生時刻は、09 時から 23 時まで確認されたが、11 時から 17 時の間集中していたこと。都心（23 区）で発生したファーストエコーは、同様に 11 時から 17 時に高頻度であった。ファーストエコーの発生分布を、10 km × 10 km の領域における 1 日あたりの発生密度で表すと、相対的にファーストエコーの発生頻度の高い領域は、丹沢山系、房総半島、多摩、都心、千葉市で認められ、その値は 0.1 個/日を越えた。特に、頻度が高かったのは、丹沢周辺と東京 23 区北西部であった。ファーストエコーの発生高度は丹沢など山岳域では 1.5 km 程度と低かったのに対して、都心では 3 km と相対的に高高度であった。これは、積乱雲の発生過程が山岳斜面と都心の平野部とは異なっていることを意味している。

キーワード: 積乱雲, ファーストレーダーエコー, ドップラーレーダー, 集中豪雨

Keywords: cumulonimbus, first radar echo, Doppler radar, heavy rainfall

U022-06

会場:304

時間:5月22日 15:50-16:05

夏期における東京都内の気温分布について - METROS による 2007 年 ~ 2009 年の観測結果 -

Realities of Air Temperature Distribution in Summer in Tokyo -Observation results since 2007 to 2009 by METROS-

横山 仁^{1*}, 安藤 晴夫¹, 大久保 さゆり¹, 赤坂 郁美¹, 高橋 一之¹

Hitoshi Yokoyama^{1*}, Haruo Ando¹, Sayuri Ookubo¹, Ikumi Akasaka¹, Kazuyuki Takahashi¹

¹ 東京都環境科学研究所, ² 東京都環境科学研究所, ³ 東京都環境科学研究所, ⁴ 東京都環境科学研究所, ⁵ 東京都環境科学研究所
¹Tokyo Metropolitan Resaerch Institute, ²Tokyo Metropolitan Resaerch Institute, ³Tokyo Metropolitan Resaerch Institute, ⁴Tokyo Metropolitan Resaerch Institute, ⁵Tokyo Metropolitan Resaerch Institute

都内に高密度に配置された気温観測網のデータをもとに、夏期における東京都内の気温分布を調べた。日最高気温は、区部だけでなく多摩東部においても高い傾向が認められたが、熱中症との関連が深い 30 以上の時間割合は、多摩部では低く、区部の主として都心から北および北西方向にかけて高い傾向が認められた。熱帯夜日数等の夜間から早朝にかけてみられる高温現象は、都心及び東京湾岸を中心とした地域で顕著な傾向が認められた。気温分布と緑地率との関係を調べたところ、緑地率の高いところほど、気温が低くなっていることがわかり、その傾向は特に、熱帯夜日数や日最低気温において明瞭であった。

キーワード: ヒートアイランド, 気温分布, 30 以上の時間割合, 緑地率

Keywords: Urban Heat Island, Air Temperature Distribution, Ratio of Periods Tmax over 30C, Ratio of Green Space

U022-07

会場:304

時間:5月22日 16:30-16:50

都市における極端気象 - 社会学の観点から - Extreme Weather - From a Sociological Perspective

中村 功^{1*}

Isao Nakamura^{1*}

¹ 東洋大学

¹Toyo University

防災情報の高度化

災害情報は近年、内容および伝達メディアの両面で高度化してきたが、内容面では、とくに観測や予測分野の進歩が著しい。それらは、今までなかった情報がつけ加わる「多様化」や、警報レベルが多段階化したり、地域区分が細分化される「詳細化」、そして観測や予測の時間が短くなる「リアルタイム化」の3つの方向性を持っている。たとえば竜巻注意情報は多様化の例であり、緊急地震速報はリアルタイム化の例である。

XバンドMPレーダによる稠密観測は、雨や風の状況が面的に把握されるため、情報の「詳細化」であり、また観測間隔の短縮化や観測を基にしたナウキャスト予測は「リアルタイム化」の面を持っている。

社会学的課題

これらの進歩は当然歓迎されるべきだが、社会的にみると、しばしばその成果が十分社会に生かされないという問題があり、それをどう解決していくかが問われている。たとえば情報の「多様化」に関しては、新たな情報を人々に周知すること、情報の発表をわかりやすくすること、予測の不完全さを社会的に受容しながら活用すること、などが課題となる。また情報の「詳細化」や「リアルタイム化」に関しては、伝達する手段を整備したり、情報を具体的防災対応に結びつけておくことなどが重要となる。また詳細化やリアルタイム化の結果として、情報が大量化してしまうが、その中で重要な情報が見逃されないようにすることや、必要な人に必要な情報だけをカスタマイズして伝達することなどが課題となる。

社会実験の全体像

今回われわれは、MPレーダ観測の結果を用いた社会実験を行うことによって、その社会への活用方法を探っていく。そこではまず、情報が有効に活用されるべきエンドユーザーを想定している。すなわち、住民への避難指示を行う地方自治体、水防活動を行う消防機関、大雨時に運行規制を行う鉄道会社、暴風時に作業規制を行う建築会社、生徒の安全管理や体験学習を行う教育機関、そして様々なニーズを持った一般個人である。こうした主体が緊急時に、どのタイミングでどのような情報を必要としているかを明らかにし、ユーザーに応じた災害情報の伝達方法を模索していく。

具体的には、地方自治体としては、藤沢市、江戸川区、横浜市が浸水地域の住民や親水公園を利用する住民に向けた防災体制整備をめざし、消防面では東京消防庁が浸水救助の支援システムへの応用を実施している。また鉄道ではJR東日本が運行管理システムへの観測データの応用を行い、また建設現場としては大林組が工事現場の災害対策への応用を担当し、教育機関としては東京都環境研究所が、都立高校で観測データを使った教育実践や生徒の安全管理への利用を担当している。

生活面の社会実証実験

一般個人の生活面の社会実証実験は東洋大学が担当し、まずシーズ・情報提供実態を把握したうえで、どのような人にとってどのようなニーズがあるのかを明らかにし、提供内容・形式の検討を経て実際に情報提供実験を行い、評価とまとめを行うことを予定している。

その中で2010年度は、シーズに関する調査を行っている。具体的には、防災科学技術研究所、国交省関東地方整備局といった観測や予測を行っている機関や、日本気象協会といった伝達機関、そして藤沢市など活用機関にヒアリングを行い、技術の利用可能性を検討した。その一方、欧米において、即時的気象情報システムがどのように活用されているのか、資料を収集し、分析した。

2011年度はニーズ調査を行う予定で、大規模ウェブ調査を行う。具体的には、約150万人が登録するウェブパネル全員にスクリーニングをかけ、さまざまな社会的事情におかれた人、合計約1万人を抽出し、その対象者に即時的気象情報提供システムにどのような社会的ニーズが存在するかを調査し、整理する予定である。

キーワード: 気象, MPレーダー, 社会実験

Keywords: weather, MP Radar, social experiment

U022-08

会場:304

時間:5月22日 16:50-17:05

山梨大学 XバンドMPレーダーを用いた水災害をもたらす豪雨の研究への取り組み Approach on research of heavy rainfall with water disasters using X-MP radar of University of Yamanashi

佐野 哲也^{1*}, 砂田憲吾¹, 大石 哲², Ratih Indri Hapsari³
Tetsuya Sano^{1*}, Kengo Sunada¹, Satoru Oishi², Ratih Indri Hapsari³

¹ 山梨大学 国際流域研究センター, ² 神戸大学 都市安全研究センター, ³ 山梨大学 医学工学総合教育部
¹ICRE, University of Yamanashi, ²RCSUU, Kobe University, ³University of Yamanashi

流域での河川氾濫や都市での洪水などの水災害は、しばしば豪雨に伴い発生する。山梨大学ではグローバルCOE「アジア域での流域総合水管理研究教育の展開」(拠点リーダー 砂田憲吾)の一環として2009年4月にX-MPレーダーを導入し(以下、梨大レーダー)、豪雨に関する基礎的な研究、そして水災害の防災・減災に向けた応用研究を目的とした、甲府盆地とその周囲で発生する降雨現象の観測を実施している。今回は、梨大レーダーの観測事例、降雨量の推定精度の評価、そして洪水予測に関する研究について紹介する。

梨大レーダーは、現在5分毎のボリュームスキャンを24時間連続して実施している。これまでに夏季の積乱雲に伴う短時間豪雨や台風に伴う豪雨など、降雨現象の3次元的な観測に成功している。また、観測結果をインターネット上にリアルタイムで配信する実験も実施(<http://www.icre.yamanashi.ac.jp/radar/>)している。

短時間豪雨をもたらせた事例として、2009年9月4日に甲府盆地南部で発達した雷雲が調べられた。偏波パラメータの解析から、雷雲は、上層で固体の降水粒子、下層で雨滴が集中した背の高い降水セルによって構成された事が示唆された。またこの中の1つが、甲府盆地南部に位置するアメダス観測点古関で30分間に37mmの降水をもたらせたことも示された。

この事例を用いて、降雨量の推定精度の評価として、古関での降水量から推定した地上の降雨強度と、KDPを用いて推定された古関上空での降雨強度との比較を行った。それぞれの降水強度の時間変化はほぼ一致して同様な傾向を示し、両者の正規化誤差は24%であった。また、2010年の5月から10月までの暖候期における長期間の降水強度データを用いた比較でも、正規化誤差は25%と前述の顕著な事例で比較した結果とほぼ同様であった。こうして、梨大レーダーによって高い精度で降雨量推定がなされることが示唆された。

応用研究として、梨大レーダーで推定される高い空間分解能と精度を持つ降雨量データの入力により、流出モデルで見積もられる流出量の精度の向上がみられた(Hapsari et al. 2010)。さらにレーダー降雨量データを入力として移流モデルにSV法を用いたアンサンブル降雨予測を行って、氾濫危険度を算出する研究に発展(Hapsari et al. 2011)している。この研究は、住民の視点に立った洪水危険度情報の提供を目指している。

今後も、梨大レーダーを利用して、降水に関する基礎的な研究を進め、これらの知見に基づいた水災害に対する防災・減災に関する応用研究を継続していく。

キーワード: X-MPレーダー, 短時間豪雨, 降雨量推定, 氾濫危険度予測

Keywords: X-MP radar, Heavy rainfall, Estimation of rainfall amount, Prediction of the risk of inundation

U022-09

会場:304

時間:5月22日 17:05-17:20

2008年8月5日に東京都心域で発生した短時間強雨時における冷氣外出流とガストフロントの挙動

Behavior of cold outflow and gust front during a torrential rain occurred in central Tokyo on August 5, 2008

高橋 日出男^{1*}, 大和 広明¹, 清水 昭吾¹, 大久保 さゆり², 高橋 一之³, 鈴木 博人⁴

Hideo Takahashi^{1*}, Hiroaki Yamato¹, Shogo Shimizu¹, Sayuri Okubo², Kazuyuki Takahashi³, Hiroto Suzuki⁴

¹ 首都大学東京, ² 東北農業研究センター, ³ 東京都環境科学研究所, ⁴ JR 東日本

¹Tokyo Metropolitan University, ²NARCT, ³Tokyo Met. Res. Ins. Env. Pro., ⁴JR EAST

2008年8月5日正午頃の短時間強雨では、強雨の中心が新宿区と文京区の境界付近にあり、雨量計によって109 mm/hourを観測している。この強雨域は新宿付近から東進後に停滞し、約40分間にわたって20 mm/10 min程度の強雨をもたらした。この強雨域から西側と南東側へ向かう顕著な冷氣外出流が発生した。西側へ向かう冷氣外出流の風速は3 m/s程度であるが、次第に拡大して北寄りの風系と収束し、都区部西部に新たな強雨域を形成した。一方で南東側に向かう冷氣外出流(7 m/s以上)はほとんど拡大せず、大きな気温傾度を伴うガストフロントが神田 - 霞が関 - 六本木付近で停滞した。ガストフロントに近い東京タワーの高度別の実測風によると、下層では冷氣外出流に相当する北～西風を示すが、その上空に東京湾から強雨域へ向かう南東風が認められた。ガストフロントの停滞によって、強雨域近傍の同一場所で南東風の持ち上げが持続し、強雨域を停滞・維持させたことが考えられる。ガストフロントの停滞位置は高層建築物群の密集した領域であり、冷氣外出流やガストフロントに与える大きな都市キャノピーの影響を検討する必要がある。

キーワード: 短時間強雨, 東京都心域, 冷氣外出流, ガストフロント, 都市キャノピー

Keywords: torrential rain, central Tokyo, cold outflow, gust front, urban canopy

U022-10

会場:304

時間:5月22日 17:20-17:35

LETKFを用いた2008年7月28日の近畿地方の大雨の再現実験 Data assimilation experiments of intense rainfall event over western Japan on 28 July 2008 using LETKF system

瀬古 弘^{1*}, 三好建正², 小司 禎教¹, 斉藤 和雄¹
Hiromu Seko^{1*}, Takemasa Miyoshi², Yoshinori Shoji¹, Kazuo Saito¹

¹ 気象研究所, ² メリーランド大学

¹Meteorological Research Institute, ²University of Maryland

2008年7月28日の近畿地方に大雨をもたらした線状降水帯について、格子間隔20kmの局地アンサンブル変換カルマンフィルター(LETKF)(Miyoshi and Aranami, 2006)を用いて、データ同化実験を行った。同化データには、気象庁の全球解析やメソ解析に使われた地上や高層観測データを使用した。同化データが気象庁のメソ解析よりも少なく、解析精度が十分でないことが考えられるため、解析期間の毎日12UTCに、アンサンブル平均をメソ解析に置き換えている。こうして得られた解析値を初期値にして予報を行ったが、近畿地方に大雨をもたらした降水系が再現できなかった。そのため、さらに国土地理院が展開している全国GPS連続観測システムで観測された可降水量を同化データに加えた。可降水量を同化すると、下層の水蒸気量が増加し、近畿地方の降水域がやや広がって、降水予報が改善した。さらに、格子間隔5kmや1.6kmの気象庁非静水学モデルを用いて、得られた解析値からダウンスケール実験を行うと、降水強度が弱いものの、従来のデータを使って再現できなかった近畿地方の線状降水帯を再現することができた。

キーワード: GPS 可降水量, データ同化, メソアンサンブル予報, 豪雨, 局地アンサンブル変換カルマンフィルター

Keywords: GPS-derived precipitable water vapor, Data assimilation, Mesoscale ensemble forecast, Heavy rainfall, LETKF

U022-11

会場:304

時間:5月22日 17:35-17:50

雲解像モデルを用いた土砂災害予測の試み - 2004年台風22号の通過に伴う横浜市の災害事例 -

Forecast Experiment of Landslides Using a Cloud-Resolving Model -Case Study of Typhoon 0422-

三隅 良平^{1*}, 清水慎吾¹

Ryohei Misumi^{1*}, Shingo Shimizu¹

¹ 独立行政法人 防災科学技術研究所

¹NIED, Japan

雲解像モデルと土砂災害の発生確率評価を組み合わせ、横浜市を対象として2004年台風22号に伴う土砂災害の予測実験を行った。台風上陸前のデータを初期値とした11時間の予測結果は、台風の移動を概ね予測したが、降雨分布は実際よりも山岳斜面に集中しており、横浜市では11時間雨量で33%の過少予測であった。また予測された横浜市における土砂災害は、レーダアメダス解析雨量を用いて評価した場合よりも、同一の捕捉率に対して適中率が9.4%減じた。

キーワード: 降雨, 土砂, 予報

Keywords: rainfall, landslide, forecast

U022-12

会場:304

時間:5月22日 17:50-18:05

X-NETで観測された突風現象について Wind gust phenomena observed by the X-NET (X-band weather radar network)

鈴木 真一^{1*}, 岩波 越¹, 前坂 剛¹, 清水 慎吾¹, 櫻井 南海子¹, 三隅 良平¹, 真木 雅之¹, 増田 有俊², 鈴木 靖³, 山路 昭彦², 竹下 航², 木枝 香織⁴

Shin-ichi Suzuki^{1*}, Koyuru Iwanami¹, Takeshi Maesaka¹, Shingo Shimozu¹, Namiko Sakurai¹, Ryohei Misumi¹, Masayuki Maki¹, Aritoshi Masuda², Yasushi Suzuki³, Akihiko Yamaji², Wataru Takeshita², Kaori Kieda⁴

¹ 防災科学技術研究所, ² 日本気象協会, ³ 京都大学防災研究所, ⁴ 株式会社 AES

¹Nat. Res. Inst. Earth Sci Disaster Prev., ²Japan Weather Association, ³DPRI, Univ. Kyoto, ⁴AES

X-NETはいくつかの大学・研究機関の所有するXバンドの気象レーダをネットワークで結んで連携させ、広い範囲を観測するレーダー観測網である。近年、XバンドMPレーダは国土交通省が都市部を中心に配備をしており、試験的に雨量観測とインターネットでの雨量情報の公開を行っているところで、今後は突風現象の情報が公開されることも期待される。ここでは、X-NETで観測された突風事例をいくつか紹介する。

2008年7月12日午後3時ころ(日本時間)に東京都区内で突風が吹き、渋谷区、目黒区、港区、江東区で樹木や構造物に被害が生じた気象庁は被害調査やレーダ観測などから、この突風はダウンバーストと断定した。このダウンバーストをもたらした対流雲は、防災科研が神奈川県海老名市と千葉県木更津市で運用している2台のMPレーダによって捉えることができた。その観測によれば、この対流雲は多摩付近で発生して東へ進み、マルチセル型の時間発展をしていたことがわかった。MPレーダによる二重偏波観測によると、上空に雹があることもわかった。

2009年7月27日午後2時ころ(日本時間)に群馬県館林で発生した竜巻は、21人の怪我人と多くの住家や車両の被害をもたらした。X-NETに参加している日本気象協会のXバンドドップラーレーダは竜巻被害の発生した地域からおよそ10km東に離れた埼玉県羽生市に設置されており、竜巻から比較的近い距離で観測を行った。その結果、この対流雲もマルチセル型の時間発展をしていること、ガストフロントが存在していたことがわかった。また、竜巻自身と考えられる渦も捉えることができ、強い渦が発生したのはガストフロント上であること、大きな被害をもたらした渦とは別の渦が家屋の被害が生じた地点にあったこと、などがわかった。

キーワード: Xバンドレーダ, ダウンバースト, 竜巻, 観測, マルチパラメータ

Keywords: X band radar, downburst, tornado, observation, multi-parameter

U022-13

会場:304

時間:5月22日 18:05-18:20

Xバンドドップラーレーダを用いた強風ナウキャスト手法 Nowcast of high winds by using X-band doppler radar network

鈴木 靖^{1*}, 道広有理¹, 増田有俊², 守屋岳², 真木雅之³, 前坂剛³, 清水慎吾³, 鈴木真一³

Yasushi SUZUKI^{1*}, Yuri MICHIIHIRO¹, Aritoshi MASUDA², Takeshi MORIYA², Masayuki MAKI³, Takeshi MAESAKA³, Shingo SHIMIZU³, Shin-ichi SUZUKI³

¹ 京都大学防災研究所, ² 一般財団法人日本気象協会, ³(独) 防災科学技術研究所

¹DPRI, Kyoto University, ²JWA, ³NIED

1. はじめに

強風や突風などの風災害は水・土砂災害に比べて直接の被害規模は小さいが、交通機関や建設現場への被害が発生すると、その経済的損失は多方面に影響を及ぼすことになる。風災害を軽減するためには、強風の監視予測技術の開発が急務であるが、気象の物理モデルによる突風予測は困難である。それを補う手法として、ドップラーレーダによる風の観測値を監視し、その移動を予測する手法が有効であると考えられる。本研究では、強風の短時間予測を目的として、ドップラーレーダデータを用いた強風ナウキャスト手法を開発し、事例検証した成果を発表する。

2. 研究の内容

2.1 強風ナウキャスト手法の概要

入力データとして用いるのは、関東地方で運用されている研究用 X バンドドップラーレーダネットワーク (X-NET) から得られた風向と風速の 500m メッシュ観測データ (高度 1000m, 5 分間隔) である。強風ナウキャスト手法は 1) 移動ベクトル算出, 2) 強風域の時間外挿, 3) 地上風速の推定, の手続きを経て 1 時間先までの強風域の場所と出現時刻を予測する手法である。移動ベクトルの算出は、過去 3 時刻分の観測値から運動学的手法を応用して移流モデルの係数を同定し強風域の移動ベクトルを推定する。強風域の時間外挿は、現時刻の強風域を移動ベクトルにより時間外挿することにより、1 時間先までの強風域を予測する。地上風速の推定は、高度 1000m で予測された風速を初期値地上観測値でバイアス補正するか、もしくは対数則のプロファイルを仮定して地上風速を推定する。

移動ベクトルの算出には、強風域 (15m/s 以上) だけを用いることで、移動方向や移動速度を良好に再現することが確認できた。また、ドップラーレーダから得られる風の領域が限られていることや、弱風域の予測を行うことによる見逃しの危険性を避けるために、予測対象を強風域だけに絞ることとした。

2.2 強風災害事例による検証

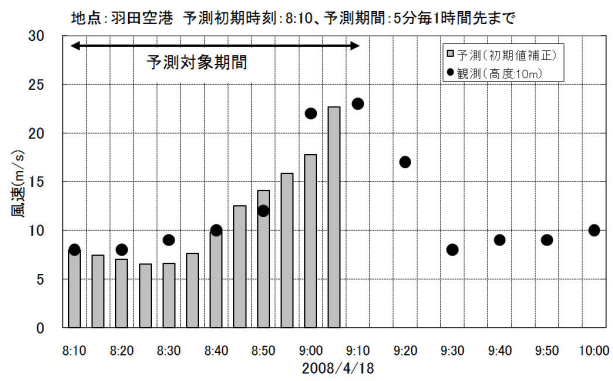
2008 年 4 月 18 日の南岸低気圧に伴う関東地域の強風災害を対象とした。本事例は低気圧にともなう前線の影響で午前 7 時から 10 時にかけて、神奈川から千葉の各所で強風災害が発生した事例である。

本事例に強風ナウキャスト手法を適用した。図には羽田空港における 8 時 10 分を初期値とした 1 時間先までの強風予測値を観測値と比較した。強風の予測値は観測値との対応が良く、8 時 45 分頃から風速が 10m/s を越え、その後急激に強くなった風速が 9 時頃に 20m/s を越えることが約 1 時間前にほぼ的確に予測されている。羽田空港における強風予測の初期時刻を変えて、50 分後の予測値と観測値との相関を調べた結果、両者には良好な正の相関があり、相関係数は 0.81、RMS 誤差は 3.9m/s である。20m/s の強風に対する風速予測誤差は 20% 程度であり、50 分先の強風予測としては実用上十分な精度を持っているといえる。

3. おわりに

本研究により、レーダ実況に基づく強風ナウキャスト手法は、物理モデルが不得意とする短時間予測を補う予測手法として効果的であることが分かった。ただし、ここで対象とした強風事例は前線の移動にともなうもので、比較的移動ベクトルの算出が容易な事例であると考えられ、他の気象要因による強風解析事例を蓄積し、強風ナウキャスト手法の検証を行っていくことが必要である。また、ドップラーレーダによる風の観測は雨域に限定されるため、雨域以外の風を推定するデータ同化などの手法と組み合わせることにより、風予測の空白域を補完する手法を開発することも必要である。

謝辞：本研究は文部科学省科学技術振興調整費の課題「気候変動に伴う極端現象に強い都市創り」の研究支援を受けた。ここに記して感謝の意を表す。



キーワード: 強風ナウキャスト, Xバンドドップラーレーダ, X-NET
 Keywords: nowcasting method, gust wind, X-band doppler radar, X-NET