

豪雨の発生・発達をとらえる大規模フィールド同期観測実験と水災害軽減に向けた総合的基礎研究

京都大学防災研究所	正会員	○中北英一
山口大学農学部	正会員	鈴木賢士
神戸大学都市安全研究センター	正会員	大石哲
名古屋大学地球水循環センター	正会員	坪木和久
情報通信研究機構電磁波計測研究所	非会員	川村誠治
京都大学生存圏研究所	非会員	橋口浩之
情報通信研究機構電磁波計測研究所	正会員	中川勝広
法政大学デザイン工学部	正会員	鈴木善晴
名古屋大学地球水循環センター	非会員	大東忠保
山梨大学大学院医学工学総合研究部	正会員	相馬一義
京都大学防災研究所	正会員	山口弘誠

1. 研究背景と目的

豪雨災害が頻発しており、温暖化・都市化の影響との関係も議論されている。比較的規模の大きな豪雨はメソ数値気象モデルでおおよその予測が可能となってきたが、それより規模の小さな集中豪雨は未だ再現すら難しい。加えて、ゲリラ豪雨災害においては、ほんの5分、10分でも早い避難情報が極めて重要である。このような状況下、雲物理過程のさらなる解明、降雨予測精度・降雨量推定精度の向上、ゲリラ豪雨等の早期探知・予知、急激な出水・浸水の予測、ならびに新たな避難情報発信手法の確立が古くて新しい課題となっている。本研究では、降水粒子の形態に関する観測パラメータを得ることができる最新型偏波レーダー、ならびに上空に存在する降水粒子をカメラで撮影するビデオゾンデを同期させた基礎観測実験をベースに、近年では積乱雲の発生・発達を捉えるための観測へと進化させ、これらの観測を通して、雲物理・大気モデルを改良し、降雨量推定・予測の向上を図りながら、併せて水管理への様々な利用手法の基礎開発を行うことを目的とする。

2. 豪雨の発生・発達に対する大規模フィールド基礎観測実験および研究手法

本研究の最もベースとなる最新型偏波レーダーとビデオゾンデとの同期観測手法の概略を図1に示す。世界初のCバンド偏波レーダーとビデオゾンデの同期観測を2007年秋に沖縄県で実現して以降、2011年には沖縄に加えて京阪神にも観測フィールドを設けて、それぞれ下記のような特色を持つ観測へと発展的に継続している。

1) 沖縄観測

2007年秋から始まり、2008年梅雨、2009年梅雨、2011年3月、2011年梅雨、2012年梅雨と計6期間の集中観測を実施しており、2013年も継続している。2011年から汎用ビデオゾンデ観測システムを開発したことで、2012年梅雨には複数の受信システムを用いて、ビデオゾンデの時間連続放球、および沖縄本島と離島の多地点放球を実施してきた。2013年梅雨には、可搬型移動観測手法を構築することで、雨雲を追いかけるビデオゾンデ観測を実施予定である。加えて、雲粒子を対象とする雲粒子ゾンデHYVISと降水粒子を対象とするビデオゾンデを連結放球することで、全ての粒径の粒子を対象とした定量解析を行う。



図1 偏波レーダーとビデオゾンデの同期観測

2) 京阪神観測

2012年7月京都・亀岡豪雨、2012年8月宇治豪雨などは、大阪湾から流入してくる水蒸気が神戸や大阪付近で雲となり、その後淀川に沿って積乱雲が発達しながら移動し、大阪北部や京都で豪雨をもたらしたメカニズム(淀川ラインと呼ばれる)を持つ(図2に積乱雲が連なっている様子をレーダーで捉えたものを3次元的に示す)。これら一連の積乱雲の発生・発達を捉えるために、近畿で整備されている国土交通省のCバンドおよびXバンドの偏波レーダー網に加えて、2011年に、独自に設置したXバンド偏波レーダーによって大阪湾口を対象とした配備とRHI観測、ミリ波レーダーによる雲観測、GPS受信機をブイやフェリーに設置して大阪湾から流入してくる海上での水蒸気観測をそれぞれ設置した。2012年には初めて都市域でのビデオゾンデ観測に成功した。図2には豪雨の3次元レーダーエコー分布に、豪雨の発生・発達を捉える観測網を重ねた観測のイメージ図を示す。

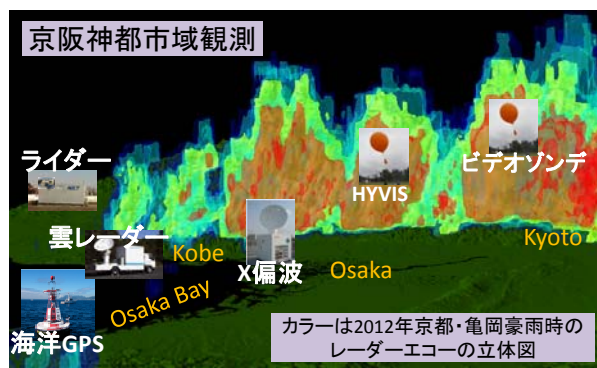


図2 豪雨の発生・発達を捉える京阪神都市観測

3. これまでの主な成果

1) ビデオゾンデの汎用化による連続放球と多地点同時放球

汎用型ビデオゾンデ観測システムを開発することで、時間連続放球や多地点同時放球といった新しい観測技術を構築し、積乱雲の雲微物理構造の発達プロセスを詳細に捉えることができるようになった。加えて、ゾンデ落下位置をコントロールする手法を開発できたことで、今後、都市域で発生するゲリラ豪雨のような局地スケールの積乱雲を狙うことが可能となってきた。

2) 雲物理過程の解明と詳細モデル化

連続放球によって、一つの積乱雲に対する時間変化を捉えることができ、対流性雲の発達段階初期には球状に近い霰粒子が卓越し、成熟期から衰

退期に向かうにつれて不規則な形状に変化していることが明らかになった。今後、偏波レーダーによる粒子判別によって積乱雲の発達段階を推定することが期待できる。加えて、雲粒子ゾンの観測技術を向上させることで、氷晶落下速度を考慮できる大気モデルを構築した。

3) 降雨量推定アルゴリズムの実用化

これまで開発してきたC帯(5cm)波レーダーの降雨量推定アルゴリズムを活かして、国土交通省と連携しながらX帯(3cm)波レーダーへ適用し、実用化実験を始めた。

4) 氷粒子量推定とデータ同化による降水予測

上空では複数種類の氷粒子が混在しているということを考慮するため、ファジー理論を活用して偏波レーダーによる氷相降水粒子混合比の推定手法を開発した。さらに、予測モデルへデータ同化して、霰粒子の挙動が降水発達メカニズムに大きく影響していることを示し、短時間降水予測精度を向上させた。

5) ゲリラ豪雨の早期探知と危険性予知

ゲリラ豪雨による都市洪水から少なくとも人命を守ることを目的に、レーダーの立体観測情報を用いて、地上よりも上空に先行して発生するゲリラ豪雨の“タマゴ”を早期探知するだけでなく、そのタマゴが発達するかどうかという危険性をも予知する手法を開発した。

4. 今後の計画

2013年には、別途観測と共同連携して、ドップラーライダーによる気流観測とフェーズドアレイレーダーによる高分解能レーダー観測とタイアップして、より進化させた形で豪雨の発生・発達を捉えるための観測を世界に先駆けて京阪神で進めていく。また、基礎研究開発のみならず、ゲリラ豪雨の早期危険性予知に関して、H25年度より行政とも連携して実用化実験を行い、手法をさらに精緻化していく。

参考文献:

中北英一・山口弘誠・隅田康彦・竹畑崇伸・鈴木賢士・中川勝広・大石哲・出世ゆかり・坪木和久・大東忠保: 偏波レーダーとビデオゾンデの同期観測および降水粒子タイプ判別 土木学会水工学論文集 第53巻, pp.361-366, 2009.

Kenji Suzuki, Kensaku Shimizu, Tadayasu Ohigashi, Kazuhisa Tsuboki, Satoru Oishi, Seiji Kawamura, Katsuhiko Nakagawa, Kosei Yamaguchi and Eiichi Nakakita: Development of a New Videosonde Observation System for In-situ Precipitation Particle Measurements. SOLA, Vol. 8, pp.1-4, 2012.

キーワード: 集中豪雨、ゲリラ豪雨、降水量推定・予測