

最新型偏波レーダーとビデオゾンデの同期集中観測と 水災害軽減に向けた総合的基礎研究

Scientific and Integrated Research by In-situ Campaign
Observations Synchronizing Video-sonde and the Latest Polarimetric
Radar, Heading for Reduction of Water Related Disaster

中北 英一 (NAKAKITA EIICHI)

京都大学・防災研究所・教授



研究の概要

集中豪雨やゲリラ豪雨に対する水災害軽減のために、偏波レーダーを中心とした最新リモセン技術とビデオゾンデを同期した最先端観測を通して、積乱雲の発生・発達に関する雲物理過程を解明し、大気モデルの高度化、観測データとタイアップした降水予測、降雨量推定手法の実用化、ならびに水管理への利用手法確立に向けた研究を実施している。

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・水工学

キーワード：偏波レーダー、ビデオゾンデ、降水予測、降雨量推定、ゲリラ豪雨

1. 研究開始当初の背景

昨今、温暖化・都市化と絡んで頻発化が議論される集中豪雨災害が目につく。比較的規模の大きな豪雨は最新の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不可能な状況である。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。このような状況下で、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・予測、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。

2. 研究の目的

降水粒子の大きさ・形状が推定できると大きく期待されてい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撮影できるビデオゾンデを同期させた基礎観測実験を通して、雲物理・大気モデルを改良、降雨量推定・予測の向上を図りながら、併せて水管理への利用手法の基礎開発を実施する。

3. 研究の方法

本研究の基礎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実験を、平成22年度は汎用ビデオゾンデ観測システム開発を主目的として沖縄で予備観測実験を行う。平成23年度以降は沖縄観測に加えて、温帯域の梅雨やゲリラ豪雨を対象に、京阪神都市域でマルチリモセン観測を実施し、平行して、

- 物理過程を含む大気モデルを構築する。
- 混在する降水粒子の種類だけでなく、それらの量をも推定する手法を確立し、その推定情報をメソ大気モデルに同化させた豪雨の予測手法を開発する。
- すでにプロトタイプを基礎開発した地上降雨量推定アルゴリズムの実用化として、国土交通省の現業用最新型偏波レーダーへの適用手法を確立する。
- 水管理へのインパクト評価として、大河川の洪水予測だけでなく、雲レーダーを利用したゲリラ豪雨の早期探知・予測、急激な出水の予測手法や避難情報発信手法をも新たに確立する。

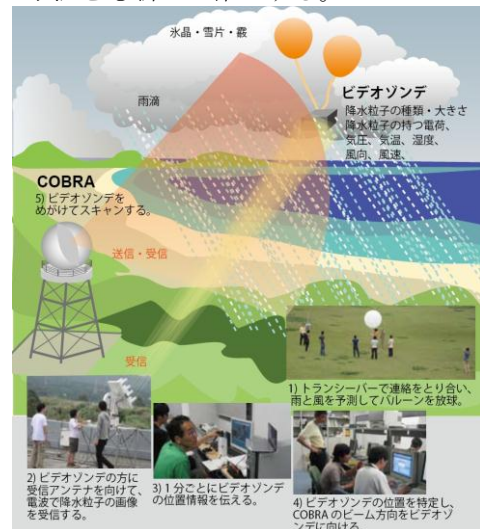


図1 偏波レーダーとビデオゾンデの同期観測

4. これまでの成果

ビデオゾンデの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。

積乱雲の発生・発達をターゲットとする京阪神マルチリモセン観測への展開

夢に描いてきた「温帯域の豪雨を対象とした都市域における積乱雲の発生・発達を捉えるための同期観測」といった大きくアドバンスした挑戦的観測を開始した。京阪神地域において、洋上 GPS・雲レーダー・Xバンド偏波レーダーを設置し、2012年京都亀岡豪雨のような顕著事例を捉えることに成功し、初の都市域でのビデオゾンデ観測にも成功した。

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、雲粒子ゾンデ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。

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。

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、予測モデルにデータ同化して、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、降水予測精度を向上させた。

ゲリラ豪雨の早期探知と危険性予知

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、都市洪水から少なくとも人命を守るシステムを構築した。

5. 今後の計画

基礎研究開発のみならず、「ゲリラ豪雨の早期危険性予知」や「レーダー予測雨量による都市洪水予測」に関しては、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。

積乱雲の発生・発達を捉える京阪神観測に関して、H25年度にはドップラーライダー観測と連携して雲となる前の気流を捉え、さらにゲリラ豪雨を対象としたビデオゾンデのストームチェイサー観測を実施し、積乱雲の発生・発達過程を解析していく。また、本研究の次のステップである「熱ブルームから雲が形成されるまでのより初期段階を狙う」という前人未踏の研究への橋渡しを意識した研究を実施していく。

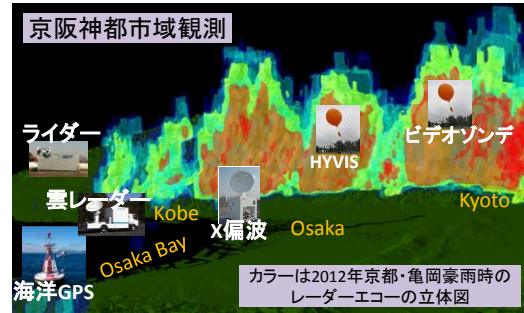


図2 京阪神都市域観測の発展

6. これまでの発表論文等(受賞等も含む)

- 1) 中北英一, 西脇隆太, 山邊洋之, 山口弘誠, ドップラー風速を用いたゲリラ豪雨のタマゴの危険性予知に関する研究, 土木学会論文集 B1 (水工学), 第69巻4号, pp. I_325-I_330, 2013.
- 2) Suzuki, K., K. Shimizu, T. Ohigashi, K. Tsuboki, S. Kawamura, K. Nakagawa, K. Yamaguchi and E. Nakakita: Development of a New Videosonde Observation System for In-situ Precipitation Particle Measurement. SOLA, Vol. 8, 1-4, doi:10.2151/sola.2012-001, 2012.
- 3) OISHI Satoru, K. Tsuchiya, A. WADA, T. IWABUCHI and E. NAKAKITA: Advanced Usage of GPS Slant Delay for Detecting Water Vapor Variation Over the Osaka bay, Proceedings of ION-GNSS 2012, 6 pp., 2012.
- 4) 山口弘誠, 金原知徳, 中北英一, Xバンド偏波レーダーを用いた雨滴粒径分布とその時空間構造及び降水量の推定手法の開発, 土木学会論文集B1(水工学), 第68巻4号, pp. I_367-I_372, 2012.
- 5) Nomura, M., K. Tsuboki and T. Shinoda: Impact of Sedimentation of Cloud Ice on Cloud-Top Height and Precipitation Intensity of Precipitation Systems Simulated by a Cloud-Resolving Model. J. Meteor. Soc. Japan, 90, 791-806, 2012.

他、査読付論文 25 報。

受賞：中北英一、水文・水資源学会学術賞、平成 24 年 9 月 27 日。