

豪雨の捕捉や予測に向けたひまわり 8 号による 衛星観測情報の利用可能性に関する検討

法政大学 デザイン工学部
法政大学大学院 デザイン工学研究科
法政大学 デザイン工学部

○ 学生員 丸山 葉
学生員 三村 昂大
正会員 鈴木 善晴

1. 研究の背景・目的

近年、我が国ではゲリラ豪雨とも呼ばれる急発達した積乱雲による局地的豪雨が増加しており、河川の氾濫や土砂災害、及びそれに伴う人的被害が頻発化している。このような豪雨は時間・空間的スケールが極めて小さく、気象モデルや C バンドの降雨レーダー等を用いた旧来の予測システムでは予測が困難であった。そこで、国土交通省では X バンド MP レーダ（以下、MP レーダ）を用いた観測網 X-RAIN を整備し、豪雨の監視体制の強化に力を入れている。また、2015 年 7 月 7 日からは、気象衛星ひまわり 8 号の運用が開始され、局地的豪雨・集中豪雨レベルの時間・空間的スケールにも対応できる観測システムの構築が進んでいる。

しかしながら、ひまわり 8 号による雲域に関する観測情報を豪雨の予測に役立てるには、MP レーダによる偏波情報との関連性を明らかにし、両者を組み合わせて利用する必要がある。本研究では、MP レーダからの降雨情報とひまわり 8 号による雲域観測データを実際に比較し、両者の相関関係の分析を行うと共に、それらを併用した豪雨予測の利用可能性について検討を行った。

2. X バンド MP レーダの概要¹⁾

MP レーダの主な利点として、従来の C バンドレーダと比べて短い周波数を発射しているため、観測範囲は狭くなるがより高精度な情報を短い時間間隔で得られることが挙げられる。また、水平偏波の他に鉛直偏波も同時に発射する偏波観測を行うことで、位相差などの複数の偏波パラメータが得られる。このことにより、上空での雨滴粒径の分布や、雨や雪など降水粒子の種類を推定することが可能であり、高精度な局地的集中豪雨の発生予測、降雨量推定が期待されている。

MP レーダでは、レーダ反射因子、反射強度偏波比、比偏波間位相差を観測することで、降雨強度を推定することができる。反射強度偏波比は Z_{DR} で表われ、水平方向と鉛直方向の電波の跳ね返りの強さの比を示す値である。強雨に伴い雨滴が扁平になるため降雨強度が強いほど大きな値を示し、雪や霰の場合の値はほぼゼロとなる。比偏波間位相差は K_{DP} で表われ、水平、垂直方向の電波の跳ね返りの差を距離で微分した値である。振幅の情報を用いないため降雨減衰の影響を受けることがなく、強雨時の降雨強度推定に有力である。

3. 気象衛星ひまわり 8 号の概要²⁾

ひまわり 8 号は、従来のひまわり 7 号と比べ、観測可能な波長域（以下、バンド）の種類、観測時間間隔、解像度などにおいて飛躍的な性能向上を果たしている。バンド数は従来の 5 個から 16 個に増え、特に可視領域が 3 バンドに増えたことでカラー画像が得られるようになり、肉眼でも画像の判別がしやすくなった。観測時間間隔は、ひまわり 7 号では全球の観測に 30 分を要していたが、ひまわり 8 号では 10 分に短縮され、さらに 2.5 分毎に日本域の観測も行っている。解像度は従来では可視領域が 1km 四方、赤外領域が 4km であったが、ひまわり 8 号はそれぞれ 0.5 ~ 1km, 1 ~ 2km と、全体的な高解像度化がなされている。これらにより、雲域のより高精度な観測が可能となるだけでなく、今までは捕捉が困難であったゲリラ豪雨の観測がほぼリアルタイムで行えるようになることが期待されている。

16 バンドのうちバンド 1 ~ 3 が可視領域に対応しており、バンド 1 に青、バンド 2 に緑、バンド 3 に赤の色を割り当てて合成することで、ほぼ肉眼で見たものと同じカラー画像が得られる。特にバンド 3 は解像度が 500m となっており、ひまわり 7 号の可視バンドの倍の精度での観測を可能としている。バンド 4 ~ 6 は近赤外領域、バンド 7 ~ 16 は赤外領域に対応しており、このうちバンド 8 ~ 10 は水蒸気の観測に特化したバンドとなっている。水蒸気バンドは、それぞれ観測可能な高度が異なり、バンド 8 が主に上層の水蒸気、バンド 10 が下層の水蒸気、バンド 9 がその中間層の水蒸気の観測に適したものとなっている。本研究では、複数のバンドに対する観測データを用いて降雨データとの相関分析を行った。

キーワード：MP レーダ, ゲリラ豪雨, ひまわり 8 号

〒162-0843 東京都新宿区市谷田町 2-33 法政大学デザイン工学部 都市環境デザイン工学科 TEL 03-5228-1389

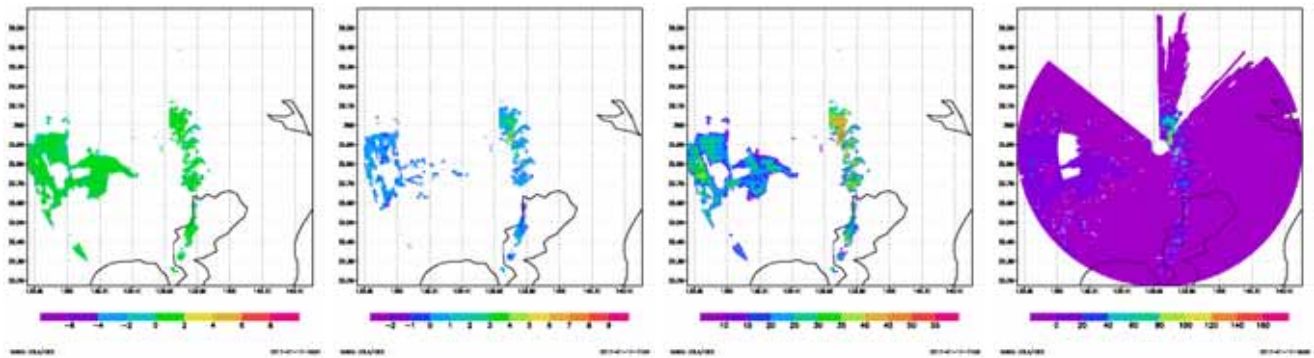
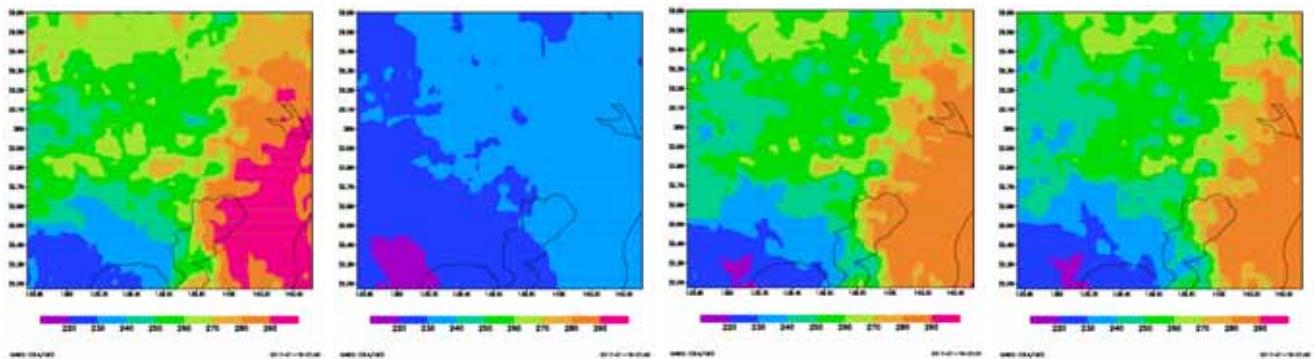
図-1 反射強度偏波比 Z_{DR} 図-2 比偏波間位相差 K_{DP} 図-3 レーダ反射因子 Z_{HH} 図-4 降雨強度 RR 

図-5 ひまわり 8 号バンド 7

図-6 ひまわり 8 号バンド 8

図-7 ひまわり 8 号バンド 11

図-8 ひまわり 8 号バンド 15

4. ひまわり 8 号と X バンド MP レーダの相関関係

本研究では、はじめに 11 事例の局地的豪雨、集中豪雨等の降雨情報を気象庁による過去の気象観測データから抽出し、MP レーダの各パラメータとひまわり 8 号の画像を描画し、比較を行った。降雨情報の一例として、2015 年 9 月 1 日 18 時 30 分における反射強度偏波比 Z_{DR} を図-1、比偏波間位相差 K_{DP} を図-2、レーダ反射因子 Z_{HH} を図-3、降雨強度 RR を図-4 に示す。ひまわり 8 号の描画は 16 種類あるバンドのうち、例としてバンド 7 の画像を図-5、バンド 8 図-6、バンド 11 の画像を図-7、バンド 15 の画像を図-8 に示した。なお、パラメータは全て輝度温度 (K) である。バンド 7 は、雲の温度が低く (230K 以下) では輝度温度の観測精度が悪くなる特性を持つ。そのため、雲頂高度が低い積乱雲の観測には適していないと考えられる。バンド 8 は対流圏上層の水蒸気に対し良好な感度を持っており、水蒸気をトレーサとして上層大気の流れを可視化できることから、積乱雲の発生、発達予測等に適したバンドであると考えられる。また、このバンドでは輝度温度が低いほど上層の水蒸気量が多いことを示している。バンド 11 は水粒からできた雲域と氷粒からできた雲域の判別に有効な性質を持つバンドである。バンド 15 は大気中の気体分子による吸収、射出が最も少ない通称「大気の窓領域」と呼ばれる波長帯であるが、同じ大気の窓領域のバンド 13・14 と比べ水蒸気による吸収の影響をやや強く受けるバンドである。バンド 11、15 では北緯 36 度、東経 139.8 度付近で輝度温度が周辺よりも低く、MP レーダ情報でもその近辺で降雨が確認できる。図の南西付近にある輝度温度の低い領域には降雨は確認できないが、これは積乱雲の成長期にあたる段階と考えられ、近い時間に降雨が発生することが予想できる。

5. まとめと今後の課題

本研究では、MP レーダからの偏波レーダ情報、及びひまわり 8 号の観測データを用いて様々な事例の局地的豪雨・集中豪雨の解析を行った。今後の課題として、ひまわり 8 号の 3 つの水蒸気バンドはそれぞれ違った高度の水蒸気の情報が見られるため、他のバンドでも検証を行い、高度によって MP レーダの各パラメータとの相関がどのように変化するのかを検証する必要がある。また、他の全てのバンドで同様の検証を行うとともに、SOM (自己組織化マップ) によるクラスタリングに基づいた豪雨の発生・発達に関するパターン分類に取り組む予定である。

参考文献

- 1) 三村昂大, 鈴木善晴: 偏波及び大気場指標を用いた局地的豪雨の発生・発達構造の解析, 2014.
- 2) 伊東謙司, 西村修司, 田中武夫, 岡本幸三: ひまわり 8 号気象衛星講座, 東京堂出版