

フェーズドアレイ気象レーダの反射強度を用いた局地的豪雨の降水量予測に関する検討

パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 ○松田浩一, 正会員 橋本健, 非会員 佐藤浩一
大阪大学 大学院工学研究科 正会員 牛尾知雄

1. はじめに

兵庫県都賀川の水難事故(2008)や広島市における土砂災害(2014)など, 局地的豪雨により甚大な被害が発生している. このため豪雨が発生する地域と強度をできるだけ早くかつ精度よく予測し, 危険度情報として提供することが求められている. 現在, 局地的豪雨を評価するための時空間解像度の高い雨量情報としては空間解像度が 250m である XRAIN が時間解像度 1 分で提供されている. さらに三次元的な降水雲を観測することのできるフェーズドアレイ気象レーダ(以下, PAWR データと表記)が得られている.

PAWR データを用いた危険度予測に関する研究に関して橋本ら¹⁾²⁾は降水コアの時空間分布を評価することにより大雨注意報が発令される前に豪雨の発生を感知できる可能性があることを示した. また, 浸水予測の定量評価に必要な降水量予測に関しては, 吉田ら³⁾, 天野ら⁴⁾による研究がある. しかし, これらの研究は, レーダサイト南側の広範囲の平均雨量として扱っていること³⁾. また, 非降水性エコーの処理等を行っている段階⁴⁾であり本検討の目的とする局地的豪雨の Z-R 関係の作成には至っていない.

このような背景を踏まえ本論文では, 大阪大学に設置されている PAWR レーダの反射強度観測値を用いて XRAIN との関係把握を行う. その結果から, 局地的豪雨の降水量予測手法について検討を行い, 既存の予測雨量である高解像度降水ナウキャストの予測結果と精度を比較し考察する.

2. 対象データと分析手法

(1)対象とした降雨データと降雨特性

対象とした局地的集中豪雨は, 上池田地上観測所において, 2014 年 9 月 10 日 23 時から約 3 時間継続し, 11 日 0 時から 1 時のピーク時間降水量が 115mm/hr となった雷雨性豪雨とした. この豪雨時に発令された気象予警報は 22:24 に大雨注意報, および洪水注意報が発令され, 24:00 に両注意報とも警報に変化している.

このため, 降雨開始まで 36 分, ピーク雨量発生まで 96 分と, 予警報発令からピーク雨量発生までの時間的余裕の無い豪雨であった(図-1).

さらに, XRAIN の空間分布を 1 分間毎に作成し降雨強度の分布を作成した. その結果 23:15 において 100mm/hr 以上の降雨強度となっている 7.25km × 8.25km の範囲(高降雨強度範囲とする)を把握することができた(図-2).

(2)PAWR データの整理方法

PAWR データの分析期間は, 降雨発生前の反射強度の発現状況と地上における降雨の発生状況との比較を行うため, 降雨発生の約 2 時間前から降雨終了までの約 5 時間とした. 空間的な分析対象範囲は, 上池田観測所地点を中心とした 20km × 20 km の範囲として, レーダ仰角毎の反射強度を高度毎の情報に変換して 1,000m ~ 8,000m の 1,000m 毎に抽出した.

(3)反射強度と XRAIN の関係把握方法

高降雨強度範囲において, PAWR データの反射強度と XRAIN における降水量のそれぞれの面積加重平均値を算定し高度毎, および反射強度の降水量に対する先行時毎に相関係数を算定した.

(4)反射強度を用いた予測降水量の精度検証方法

高降雨強度範囲における PAWR データの反射強度 Z を縦軸に, XRAIN の平均値として遅れ時間を考慮した R を横軸にプロットして関係式を作成し遅れ時間に対する降水量を予測する関係を把握した. 合わせて同じ

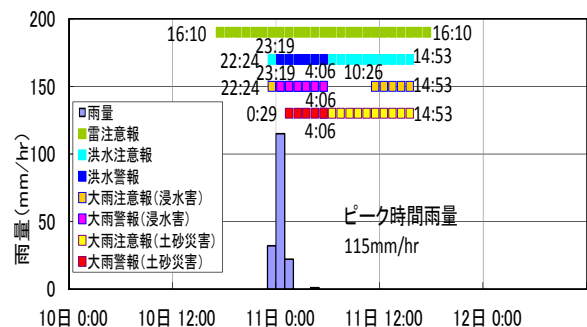


図-1. 2014 年 9 月 10 日豪雨の地上観測所における時間降水量と予警報発令状況

キーワード 局地的豪雨, 観測手法, 降水量予測, レーダ, フェーズドアレイ, XRAIN

連絡先〒101-8462 東京都千代田区神田錦町三丁目 22 番, 電話: 03-6777-1508

時間帯の高解像度降水ナウキャストから 5,10,15, 20,25,30 分後の予測値を整理し現行の予測情報として整理し PAWR データを用いた予測値との比較を行った。

3. 結果

(1) 反射強度と XRAIN の関係把握

PAWR データと XRAIN の整理結果から、大雨(洪水)注意報が発令される 48 分前の 21:36 には 50dBz 以上の反射強度が発生しており、豪雨発生兆候が見られる。また、降水量がピークとなる 5 分前 (23:10) における高度 3,000m での反射強度の分布は XRAIN の分布と相似形となっている (図-3)。

また、高降雨強度範囲における PAWR データと XRAIN の相関係数は、全体的に相関係数は 0.8 以上となっており、その中で高度 2,000~4,000m における先行時間が 4 分の場合が最も XRAIN との相関が高くなる結果となった。

(2) 予測雨量としての精度検証結果

先行時間を考慮した反射強度 Z と降水量 R の関係は反射強度が 30dBz において変化点が生じ 2 つの関係式で表される結果となった (図-4)。

この関係式を用いて反射強度から予測された降水量と XRAIN、および高解像度降水ナウキャストの予測雨量を比較した結果を図-5 に示す。PAWR データの反射強度と XRAIN の関係は立ち上がりについて概ね一致しており、ピーク付近において約 20% 程度 XRAIN より大きな値を与えるものの波形の時間変化は概ね XRAIN と相似形である。これに対して高解像度降水ナウキャストの 5~30 分後予測値に関しては立ち上がりが遅れており、降雨ピーク付近では低下傾向にあり過小な予測を与える結果となっている。この傾向は 5 分後予測値においても同様の傾向を示しており、今回対象とした雷雨性豪雨のような突発性の高い豪雨については三次元的な降水雲を観測することが出来る PAWR データの予測が有用であることが分かる。

4. まとめと今後の課題

本論文では 2014 年 9 月豪雨について、PAWR データの反射強度と XRAIN の関係を用いて Z-R 式による降水量予測手法の検討を行った。その結果、フェーズドアレイ気象レーダを用いた Z-R 式は、既存の高解像度降水ナウキャストに対して予測精度を向上できる可能性があることを示唆した。

今後の課題としては、複数の集中豪雨事例を用いて

整理・分析し地域毎に一般性を有した予測式の精度向上を行うとともに、水平渦度等を指標とした局地的豪雨の発生予測についても試みる予定である。

参考文献

- 1) 橋本ら：フェーズドアレイレーダデータと地上観測雨量との関係性把握への取り組み、日本気象学会 春季大会 2015。
- 2) 橋本ら：フェーズドアレイレーダと X-Rain との関係性把握への取り組み、土木学会全国大会、p 391, 2015。
- 3) 吉田ら：フェーズドアレイ気象レーダの逐次的 Z-R 推定手法の検討、日本気象学会 秋季大会、p 350, 2016。
- 4) 天野ら：フェーズドアレイ気象レーダ (PAWR) による降水量推定に向けた取り組み、日本気象学会 秋季大会、p 408, 2016。

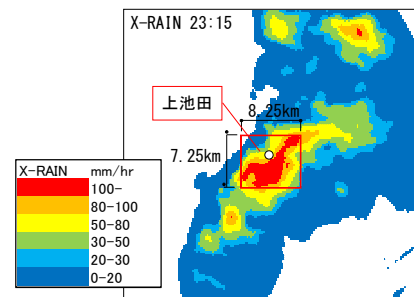


図-2. XRAIN による 100mm/hr の高降雨強度範囲

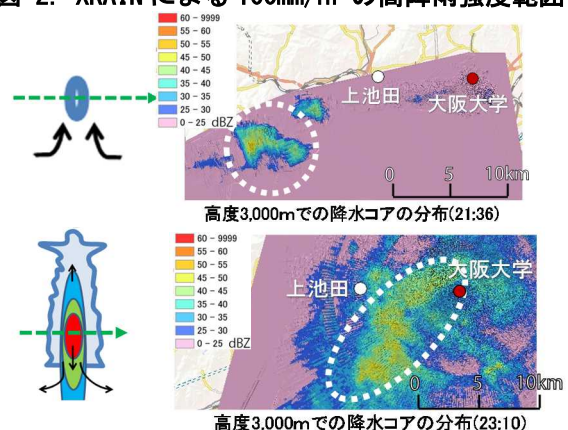


図-3. PAWR データ反射強度の空間分布

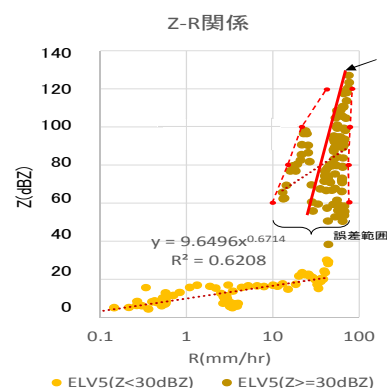


図-4. 上池田周辺の高降雨強度範囲における反射強度 (Z) と雨量 (R) の関係

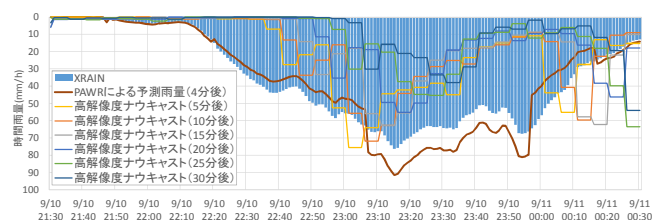


図-5. PAWR の ZR 関係から算定した予測雨量と高解像度降水ナウキャスト予測雨量の XRAIN に対する比較