

GPV 情報及びレーダー情報を用いた福井豪雨の解析

京都大学大学院 学生員○伊藤 篤史
 京都大学防災研究所 正会員 中北 英一
 京都大学工学研究科 正会員 田村 正行

1.研究の背景と目的 集中豪雨を構成しているメソβスケールの降雨現象は、他のスケールに比べて予測精度が低く、現在の数値予報では、局所的な豪雨がいつ、どこで、どれくらいで発生するのかと表現することが難しいとされている。そこで、その数値予報で得られた値を用いて算定する大気場の不安定さを示す力学的指標¹⁾と豪雨との関連性をみつけ、将来的には、運動学的手法と力学的指標を組み合わせることで高い精度の降雨予測手法が得られるのではないかと考えられる。また、既存的那須豪雨¹⁾と対象とした解析から、力学的指標と豪雨との関係は少しずつではあるが明らかになっている。

そこで、本研究では、2004年7月に発生した、足羽川流域という局所に短時間に断続的に強い降雨をもたらした福井豪雨を対象に、レーダー画像を用いて降雨状況を詳細に解析するとともに、GPV情報とAMeDAS観測地から算定される力学的指標を用いて大気場の不安定さを調べることで、今後福井県に同様な豪雨が発生する可能性があるのか、豪雨現象と力学的指標の関連性があるのか、ということ考察することでスケールの小さな豪雨予測への力学的指標の活用性を示す。

2.レーダー情報を用いての解析 国土交通省河川局が管理している全国26基のレーダ雨量計の情報から作成される合成レーダー情報を利用する。図1は7月17日21時～18日21時までの1日間に、5分ごとに得られたレーダー観測降雨分布情報を積算して作成した総降雨量の空間分布である。白色のなるにつれて総降雨量が多いことを表すが、実際の雨量を表示せず、空間的に相対的な強弱の分布を表現している。また白丸は5分ごとに得られるレーダー画像を詳細に解析した結果得られた雨域の発生域であり、発生時刻とその雨域に付けられた名称が示してある。

日本海から福井県に向かって、西北西から東南東に向かって、刷毛で刷いたような降雨パターンが見られる。これは、この降雨パターンの西端で繰り返し雨域が発生し、移動しながら発達して福井県に集中的に豪雨をもたらしたことを示している。主に、海上で多数の雨域が繰り返し発生していることが見て取られることから、今回の集中豪雨全般の生起には必ずしも福井県の山岳地形が直接影響を与えているものではないことを示している。

しかし、一旦、繰り返し発生した雨域は東南東方向に移動しながら、上陸する直前から発達し始め、特に山間部に至って急激に発達して、足羽川流域に豪雨をもたらしている。すなわち、一旦発生した雨域は地形によって強化され足羽川流域に豪雨をもたらしたことを示している。

3.大気場の力学的指標の算定手法 GPV(Grid Point Value)情報とは、気象庁の数値予報モデルのより計算された結果を地表から高層までの物理量の格子点値情報として配信されているものであり、AMeDAS観測値と福井豪雨、レーダー情報、GPV情報、力学的指標

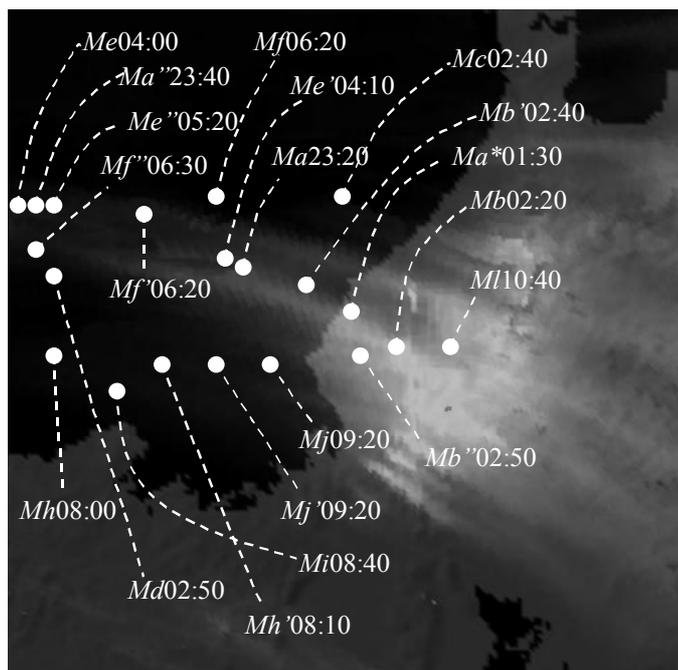


図1 合成レーダー情報積算値分布。

は、全国約 850 箇所(降雨のみの観測地点を含めると約 1300 箇所)で、10 分毎の地上観測値として観測された値である。GPV 情報と AMeDAS 観測値の風速場を、コリオリ力、摩擦力、気圧傾度力の水平方向の釣合式を用いて合成することで GPV・AMeDAS 合成風を算定し、この合成風の地上風を用いての収発散を求める。また、GPV 情報の相対湿度と合成風場の積で、水平方向の水蒸気流入量を算定する。CAPE(Convective Available Potential Energy)とは、合成風と GPV 情報の気温から算定する積雲対流が生じたときに利用できる浮力エネルギーのことで、地表付近の空気塊を断熱的に持ち上げたとき、雲頂高度 z_r まで達する空気塊の温位を θ_c 、周りの大気の温位を $\bar{\theta}$ 、自由対流高度を LFC(Level of Free Convection)とすると、

$$CAPE = g \int_{LFC}^{z_r} \frac{\theta_c(z) - \bar{\theta}(z)}{\bar{\theta}(z)},$$

と定義される。また、合成風を用いて水平風速の鉛直方向の変化量である鉛直シアを求め、CAPE と鉛直シアを用いてバルク・リチャードソン数を算定する。リチャードソン数は発生するタイプによって異なった値をとることが経験的に知られており、本研究で取り上げる福井豪雨やこれまでに解析されている那須豪雨¹⁾のパターンであるバック形成型の線状対流系では、リチャードソン数の値は 30 ぐらいとされている。那須豪雨を対象にした解析では、雨域が発生する時刻では、発生域で 30 よりも低い値がキープされていた。

4.力学的指標を用いての解析 図 2 に 18 日 6 時の地表面の発散量分布を示す。マイナス値である白色の部分が地表風の収束域である。図 1 の降雨パターン上に収束域がみられ、この収束域で雨域が発達したことがわかる。地形と収束域の関係をみると、嶺北地方の西部の福井平野と、東部の山間部で収束域になることが多い。これは、嶺北地方に北西風が日本海から流入してきたときに、その風下にある山脈の影響で収束域が発生したことが考えられ、福井豪雨以外にも嶺北地方に日本海から北西風が吹いた場合は、これらの位置が収束場になりやすいと考えられる。次に、図 3 に 18 日 9 時の地表面での水蒸気流入量分布を示す。ここで、図中のベクトルは合成風の風速場を示したものである。越前岬あたりで高い値の地域がみられ、雨域への水蒸気の流入をみることができ、雨域の形成、維持のための水蒸気補給の様子を良く表している。図 4 は 18 日 6 時の CAPE 分布を示す。これも、雨域の位置に対応して高い値の地域がみられ、特に山間部では高い値であることがわかる。ここには示さないが、バルク・リチャードソン数の分布は、雨域が発生する時刻では、那須豪雨の解析と同様に、雨域の発生域で 30 よりも低い値をキープしていた。このように、那須豪雨に比べ、時間的・空間的にスケールの小さい福井豪雨でも、力学的指標と豪雨との関係は、那須豪雨と同様なことを示すことができた。

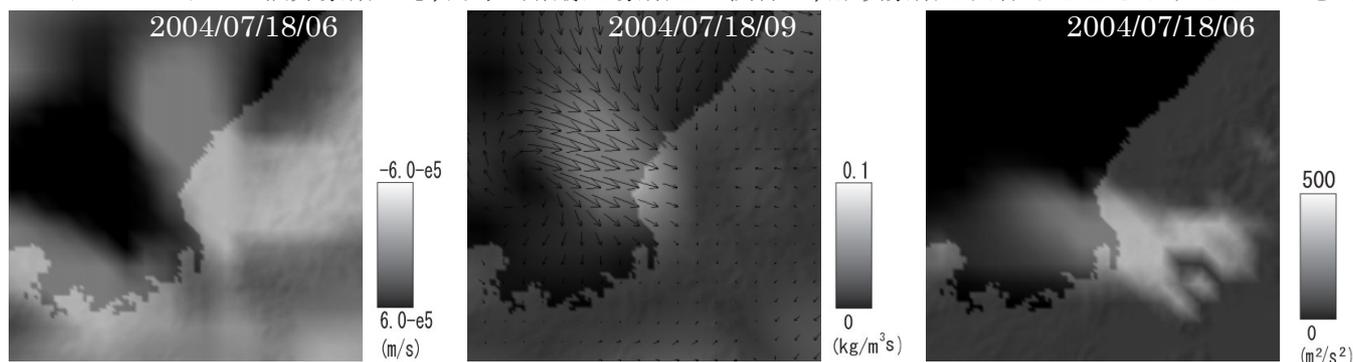


図 2 地表面の発散量分布

図 3 地表面の水蒸気流入量分布

図 4 CAPE 分布

5.結論 時々刻々の合成レーダー画像を用いて、福井豪雨での個々の雨域の発生、発達、消滅を詳細に追って降雨状況を解析することで、総雨量分布図のパターン上の海上と陸上の両方で雨域が次々と発生し、急激に発達しながらほぼ同じ経路を辿って移動することで局所に豪雨をもたらしたことを明らかにした。また、豪雨域と力学的指標の関連性を示したことで、福井豪雨のように時間的・空間的スケールの小さい豪雨の予測に力学的指標を利用できる可能性を示すことができたと考えられる。

1) 中北英一、矢神卓也、池淵周一：1998 那須集中豪雨の生起・伝播特性、水工学論文集、No.44, pp.109-114, 1999.