

3. 平成 16 年 7 月福井豪雨の実態把握

3.1 気象特性

3.1.1 福井豪雨の特徴^{*)}

(1) 豪雨の要因

平成 16 年 7 月福井豪雨(以下 H16.7 福井豪雨と記述)の要因として、以下の事が考えられる。

梅雨前線の停滞

7月10日頃北陸から東北南部に移動した梅雨前線は7月12日から13日にかけて新潟・北陸地方において豪雨をもたらしたが、その後数日間日本海から北陸地方(福井県)にかけて停滞し、7月17日から18日にかけて福井県北部を中心に再び大雨をもたらした。

一方その当時、太平洋高気圧が西日本を覆い、高気圧の縁を周りこむように、前線の南側にあたる北陸沿岸に暖かく湿った空気が流れ込んでいた。

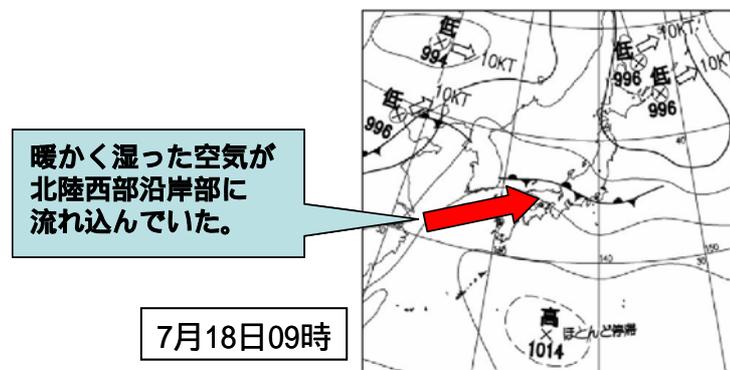


図-3.1.1 北陸沿岸への暖湿流の流入 「福井地方気象台提供」

雨雲の線状化

北陸沿岸で発生した強い雨雲は、線状の形を呈して、福井県嶺北を中心とした地域に次々と流れ込んだために、大雨となった。

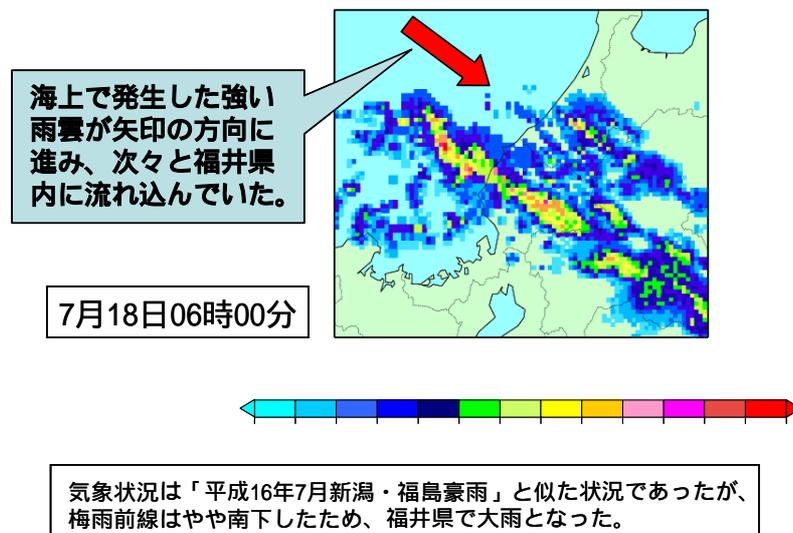


図-3.1.2 7月18日6時00分でのレーダーエコー 「福井地方気象台提供」

^{*)} 参考文献 福井地方気象台：「平成 16 年 7 月福井豪雨」に関する気象速報，pp.8

(2) 雨量

美山観測所（气象台）の時間雨量

美山観測所の昭和44年以降、35ヶ年間分の時間雨量データ、年最大1時間雨量と今回の降雨の1時間雨量を比較したものを図-3.1.3に示す。

今回の降雨は、過去35ヶ年の平均の3倍近い値であることがわかる。

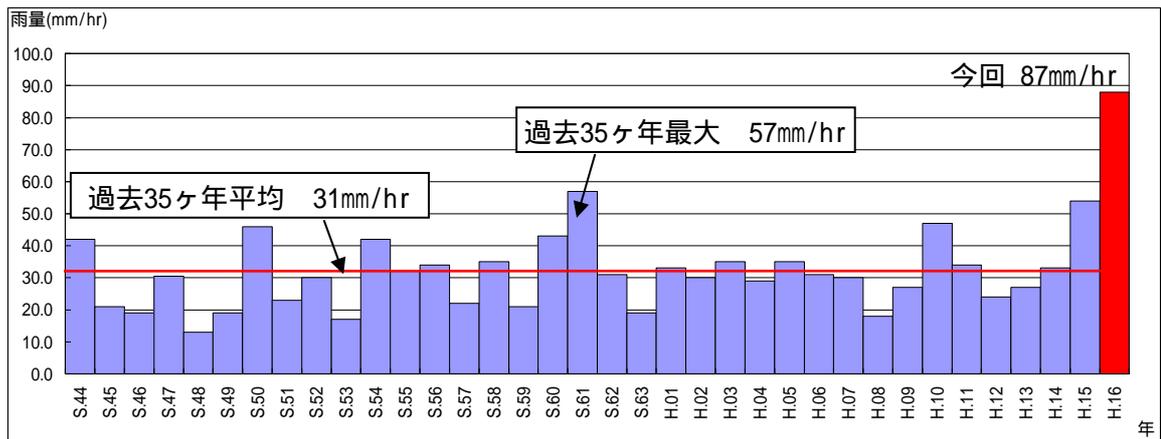


図-3.1.3 美山観測所（气象台）の1時間雨量の経年比較

天神橋地点上流域の流域平均2日雨量

現在の足羽川の計画対象降雨である、天神橋上流域の流域平均2日雨量を昭和28年から平成15年までの主要126降雨と福井豪雨を比較したものを図-3.1.4に示す。

過去の雨量と比較すると、福井豪雨は昭和28年9月とほぼ同程度で、戦後第3位となる。雨量確率では約1/25となる。

今回の福井豪雨は、天神橋地点上流域の流域平均流域時間雨量の分布で見た場合、図-2.2.5で示したように、6時間雨量が非常に卓越することから、過去の流域平均6時間雨量との比較を行った。この結果は、図-3.1.5に示すように、福井豪雨6時間雨量は戦後最大となり、かつ、雨量確率では約1/1,000を示す大規模な降雨であったことがわかる。

なお、参考のために、図-3.1.6に天神橋地点上流域および近辺のアメダス観測所分布図を示す。

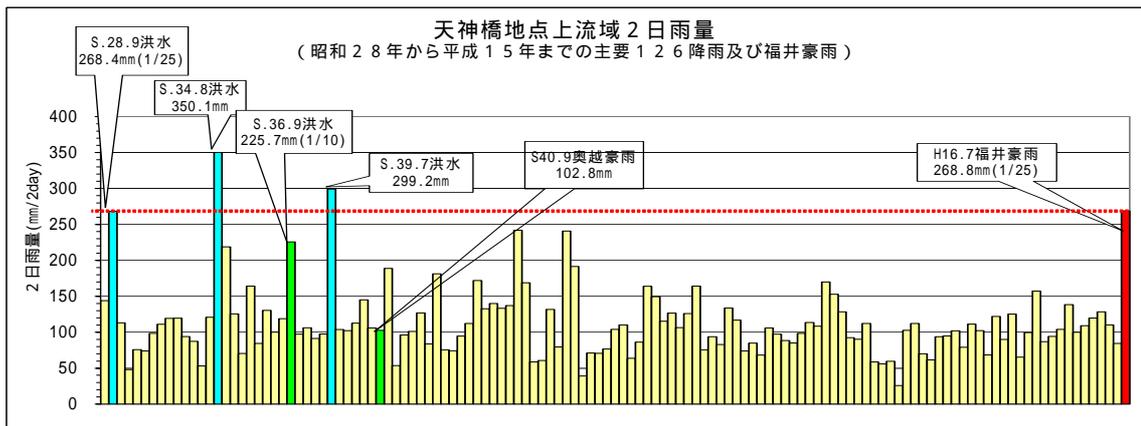


図-3.1.4 天神橋地点上流 2日雨量の経年比較

出典：第23回九頭竜川流域委員会資料(平成16年8月31日)

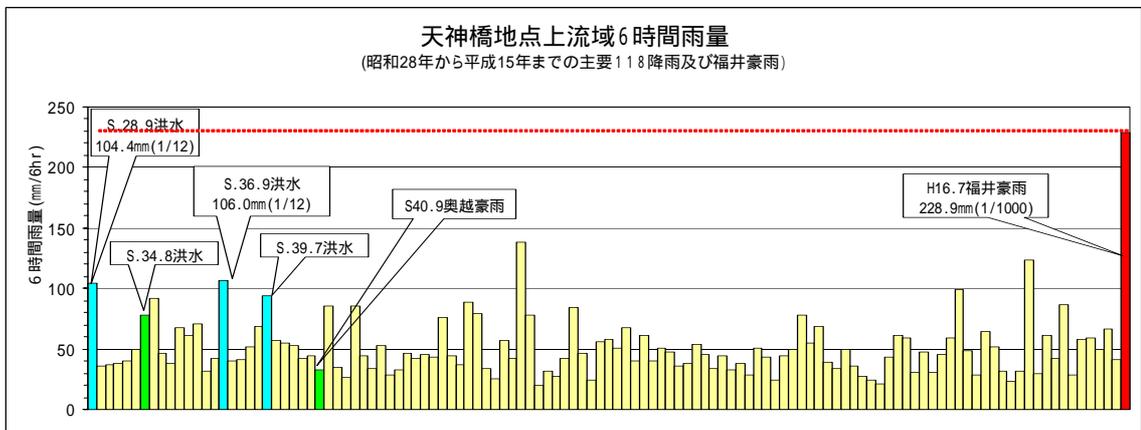


図-3.1.5 天神橋地点上流 6時間雨量の経年比較

出典：第23回九頭竜川流域委員会資料(平成16年8月31日)

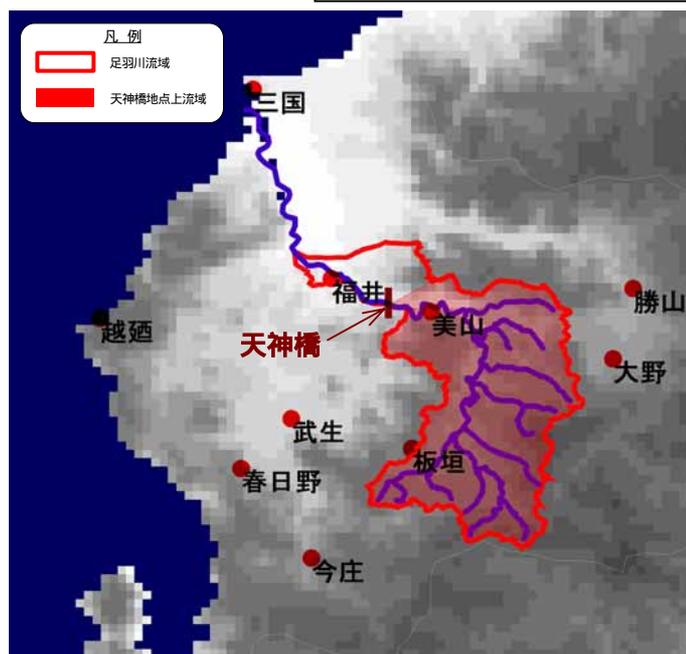


図-3.1.6 天神橋地点上流域の位置図

3.1.2 過去の主要降雨との比較

平成 16 年 7 月 18 日に足羽川流域において発生した豪雨（以下、H16.7 福井豪雨）のメカニズムを明らかにするため、明治以降の主要降雨との比較においてその特徴を整理した。

なお、収集期間は明治以降とし、主として「福井県の気象百年^{*}」の気象災害年表を参考に抽出した。

(1) 降雨タイプの比較

抽出した主要出水を以下の 5 パターンに分類した。

表-3.1.1 降雨の分類

タイプ	タイプ名	代表出水	備考
	台風性降雨	S340926洪水（伊勢湾台風）	台風による降雨
	低気圧性降雨	S620904洪水	低気圧にともなう降雨
	前線性降雨	H160718洪水（H16.7福井豪雨）	東西に走る前線による降雨
	前線性降雨	S400914洪水（奥越豪雨）	南北に走る前線による降雨
	台風 + 前線	S510908洪水	台風と前線活動による降雨

分類タイプのうち、の「前線性降雨」は、H16.7 福井豪雨時のように日本海を東西に走る前線であり、の「前線性降雨」は、昭和 40 年 9 月奥越豪雨時のように南北に走る前線である。

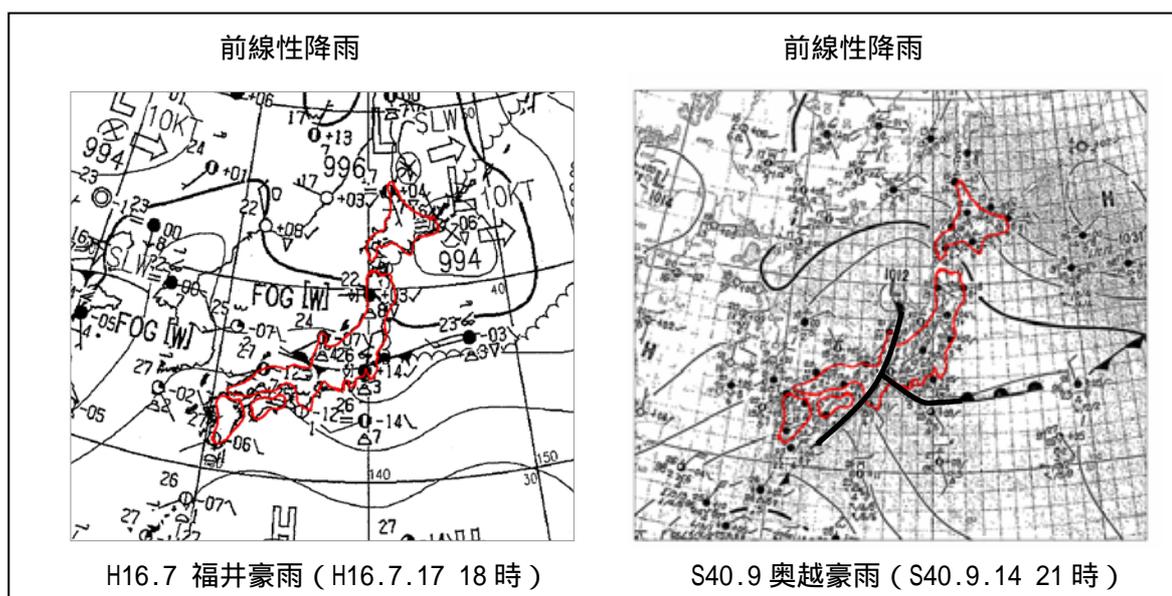


図-3.1.7 前線性降雨の分類「気象台提供資料」

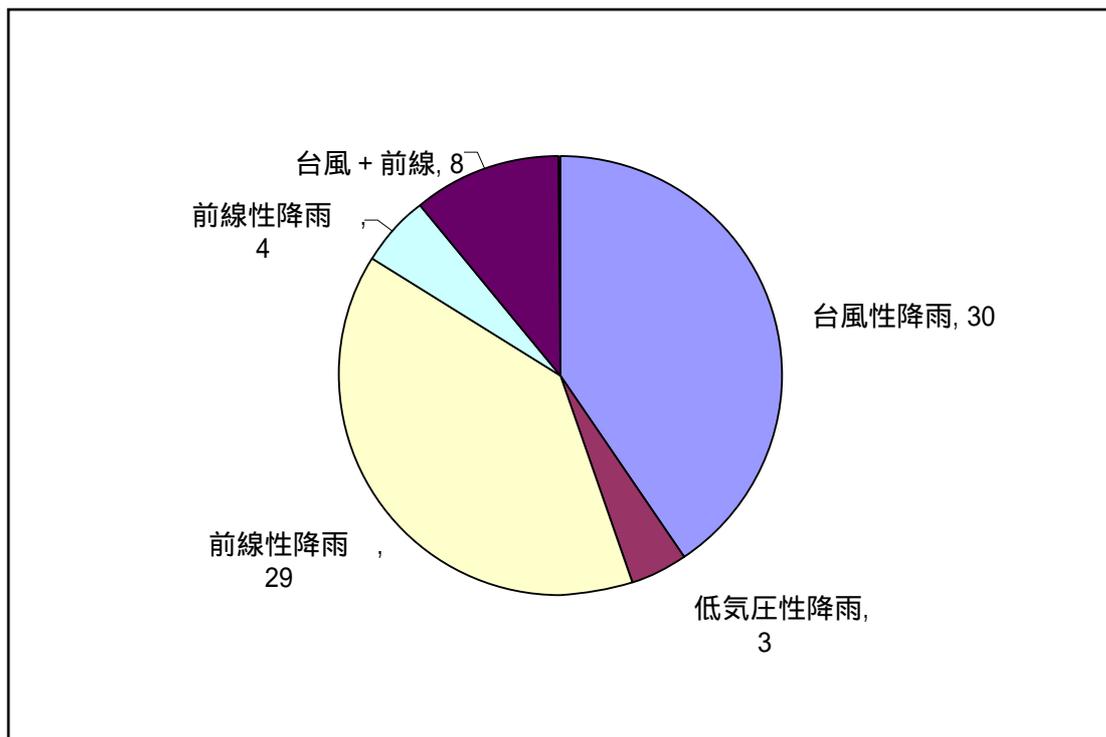
^{*} 本災害年表は、福井県内で未曾有の大災害が発生し、測候所設置へのきっかけとなった 1895 年(明治 28 年)から 1995 年(平成 7 年)までの 100 年にわたる気象災害を種目分類を加えて作成したものである。(「福井県の気象百年」pp.65 より抜粋)

抽出した出水のうち、それぞれのタイプの洪水が全体に占める割合を図-3.1.8に示す。

福井県内で未曾有の大災害が発生したという条件のもとでは、「台風性降雨」と「前線性降雨」の発生頻度はほぼ同程度になる傾向がある。

H16.7 福井豪雨の降雨タイプは「前線性降雨」であり、過去に生じた前線性降雨のほとんどがこのタイプであることから、過去の降雨との比較においては特異性はないと言える。

つまり、今後においてもH16.7福井豪雨のような気象状況は生じうると言える。



(注1) 降雨タイプの種別不可能である以下の洪水についてはカウント除外した
(除外対象洪水名) M290907、M350714、S050708

(注2) 降雨タイプが複数である以下の洪水についてはダブルカウントした
(ダブルカウント対象洪水名) H010902

図-3.1.8 各降雨タイプの全体に占める割合

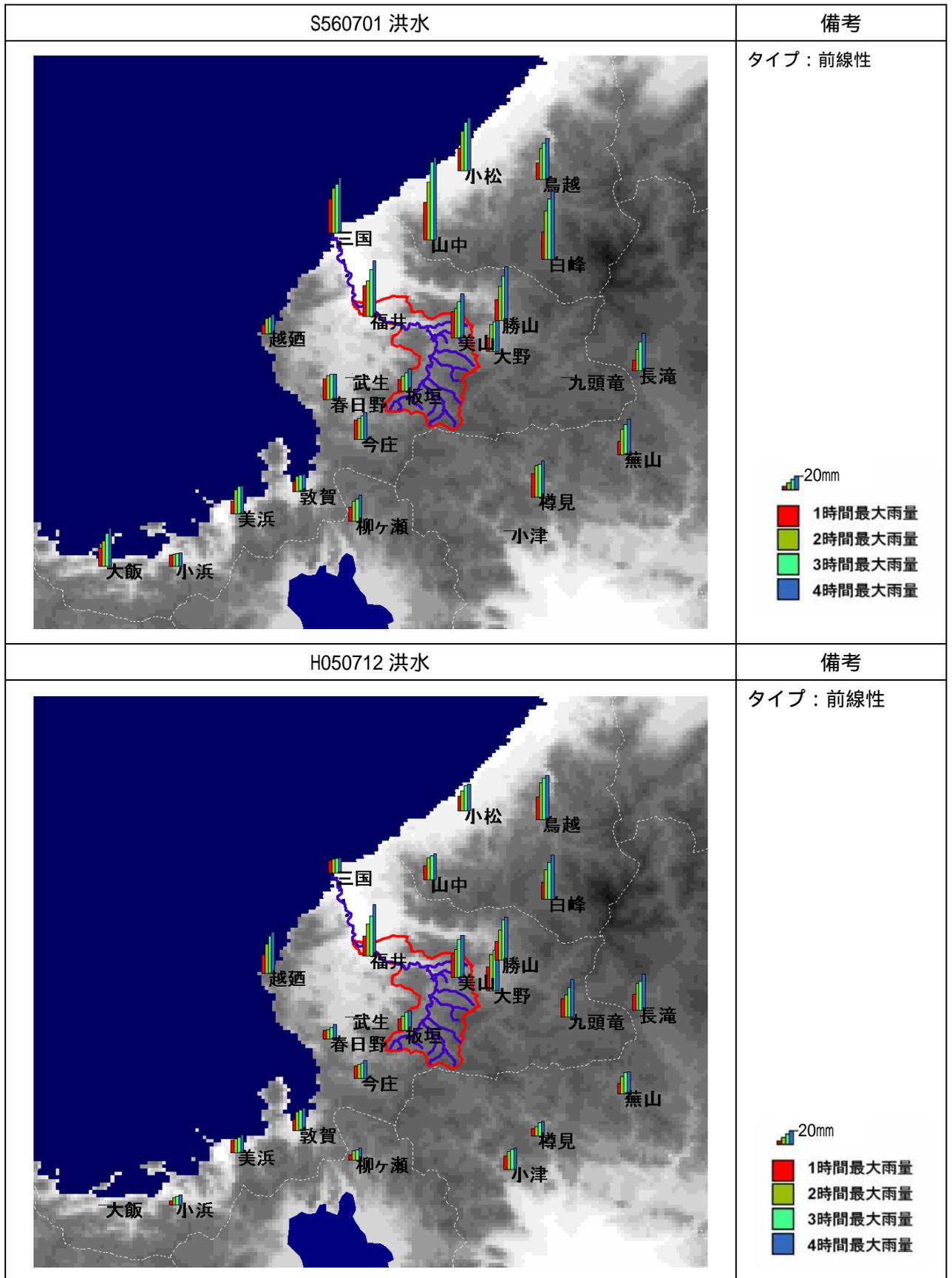


図-3.1.10(1) 短時間降雨の空間分布状況

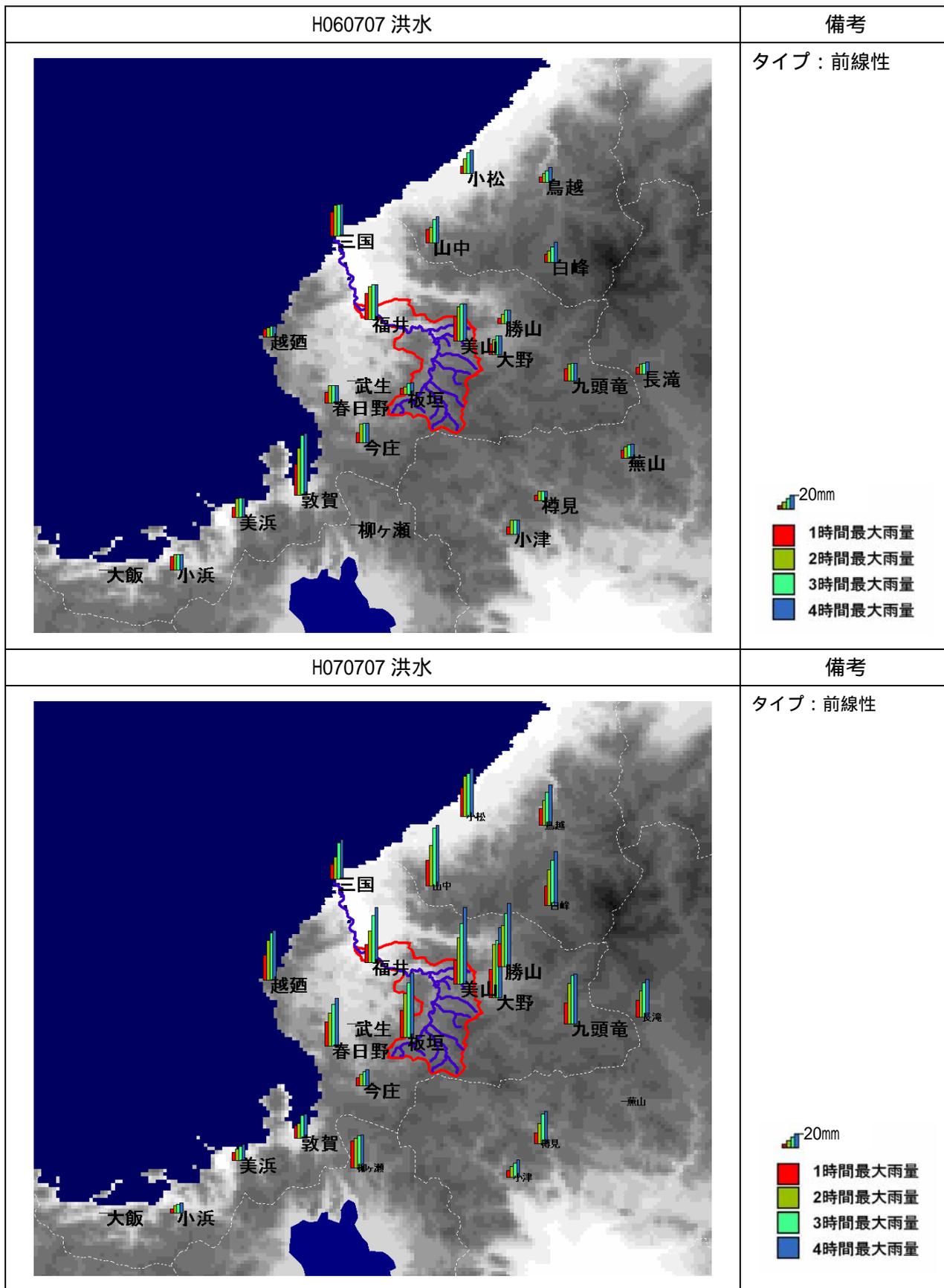


図-3.1.10(2) 短時間降雨の空間分布状況

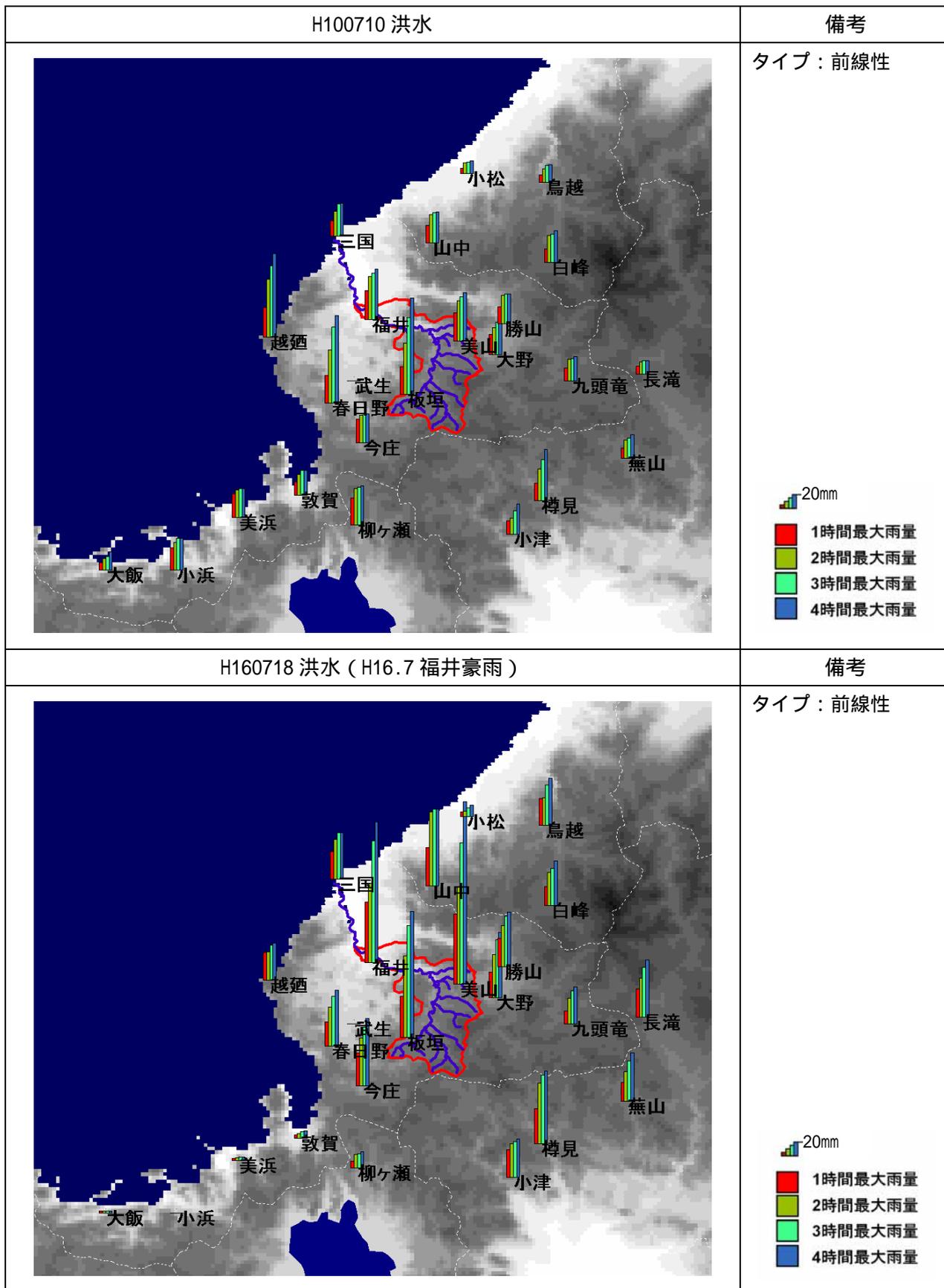


図-3.1.10(3) 短時間降雨の空間分布状況

次に、雨の降り方の種類として以下の2種類に分類する。(図-3.1.11 参照)

- ・ 1,2 時間最大雨量が総雨量に対し特に支配的であるもの(以下、台形型)
- ・ 4 時間最大雨量が総雨量に対し特に支配的であるもの(以下、直角三角形型)

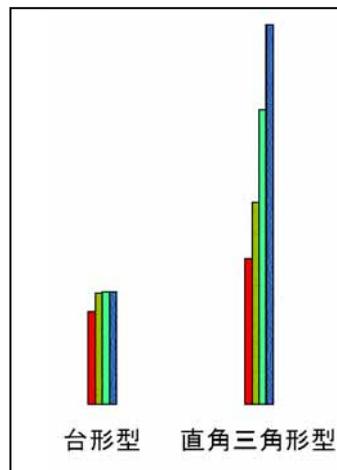


図-3.1.11 雨の降り方の種類

図-3.1.10の「N時間最大雨量(N=1,2,3,4)の空間分布図」から、H16.7福井豪雨の特徴として以下の点が挙げられる。

- ・ H16.7福井豪雨は4時間最大雨量が特に支配的であり、福井174.5mm、美山226mm、板垣156mm(4時間最大雨量)と、その降雨量も大きい。
- ・ 足羽川流域内でのみ生起している。

以上から、H16.7福井豪雨は未曾有の局地的短時間豪雨(空間スケール:足羽川流域、時間スケール:4時間)で4時間雨量が支配的であり、かつ、雨の降り方は、過去の主要洪水との比較において極めて特異であったといえる。

今後の長期的予測である気候変動に関する政府間パネル第三次評価報告書では、気象や気候の極端な現象について、20世紀後半に観測された変化と21世紀に予測される変化の信頼度を評価している。その評価によると、「強い降水現象が増加する」現象の21世紀に予測される変化に対しては、多くの地域で可能性がかなり高い(実現性:90~99%)ことや、平均降水量の増加する地域の多くでは、降水量の年々の変動も大きくなる可能性がかなり高いことも同時に指摘されている。

このように、全球的に多くの地域で強い降水現象が増加する可能性がかなり高く、さらには降水量の年々の変動も大きくなることが指摘されており、今後も十分な注意と対策が必要である。

3.1.3 福井豪雨と地形との関連性

図-3.1.12 は、上空の風を測定する最新の観測機器であるウインドプロファイラによる福井県の大気下層（福井上空 1,576m）の風向と、解析雨量を用い、風向別に 1 時間雨量 20mm 以上の降水（豪雨）があった場合の回数を 2.5km メッシュごとに集計したものである。

調査期間は、2001 年 6 月 12 日から 2004 年 11 月 15 日までであるが、福井豪雨との比較のため、福井豪雨のあった 2004 年 7 月 18 日については除いてある。

これによると、大気下層の風向が北西の場合には、福井市南東部から大野市にかけて北西から北東に大雨回数が多い場所がある。福井豪雨のときは、大気下層の風がほとんど北西であり、大雨が降った場所は図-3.1.12 で大雨回数が多い場所に似ている。

ただし、福井豪雨時に大気下層の風向が少し異なっていれば、違った場所で大雨となった可能性があり、風向が変化していれば、足羽川流域の豪雨が続かなかった可能性がある。

例えば、大気下層の風向が西の場合には、福井平野と山間地が接する場所に、ほぼ南北にのびる大雨回数の多い場所があるが、北西の場合ほど顕著な傾向は見られない。

今回の福井豪雨のレーダー観測から、形成された雲バンドの向きや、個々の雨雲の動きが西北西から東南東、もしくは、北西から南東であること、雲が強化されている場所が平地から山岳に移行する場所だけではないなど、地形との対応は良くない。

福井豪雨のような豪雨は、地形との関係でいつも特定の場所だけで降っているのではなく、条件がそろえば、福井県内のどこでも起こりうるといえる。

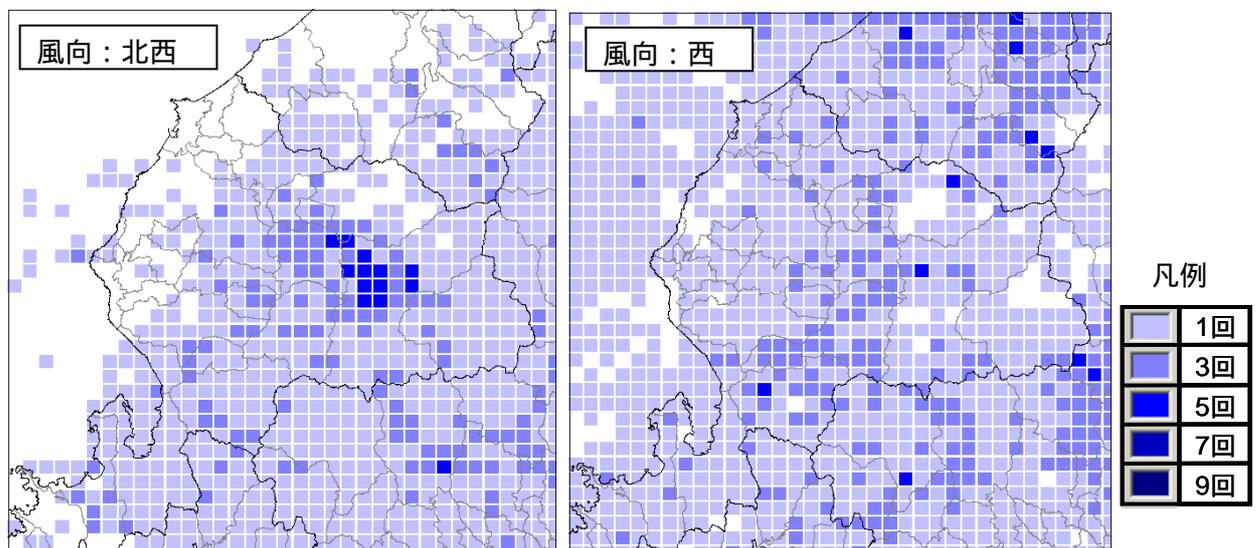


図-3.1.12 風向別に整理した 20mm/hr 以上の降雨発生頻度「气象台提供資料」

図-3.1.13は、7月17日21時～18日21時までの1日間に、5分毎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。図にはおよその地形図も示してある。紺色から水色、黄色、赤色になるにつれて総降雨量が大きいことを表している。ただし、実際の雨量を表示しないで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場所であり、発生時刻とともに示してある。

高空間分解能のレーダー観測情報のため、総降雨量の地域的な差異が如実に現れている。すなわち、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「にんじん状」の降雨パターンが見られる。これは、にんじん状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。これは、一般的に集中豪雨時に典型的に見られるレーダーによる総降雨量分布のパターンと同様である。

以上より、図-3.1.13から以下のことが言える。

- ・ 主に海上で多数の雨域が繰り返し発生している。これは、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し、山間部に至って急激に発達、すなわち今回の例では足羽川流域で地形の影響もあって豪雨をもたらしたことを示している。

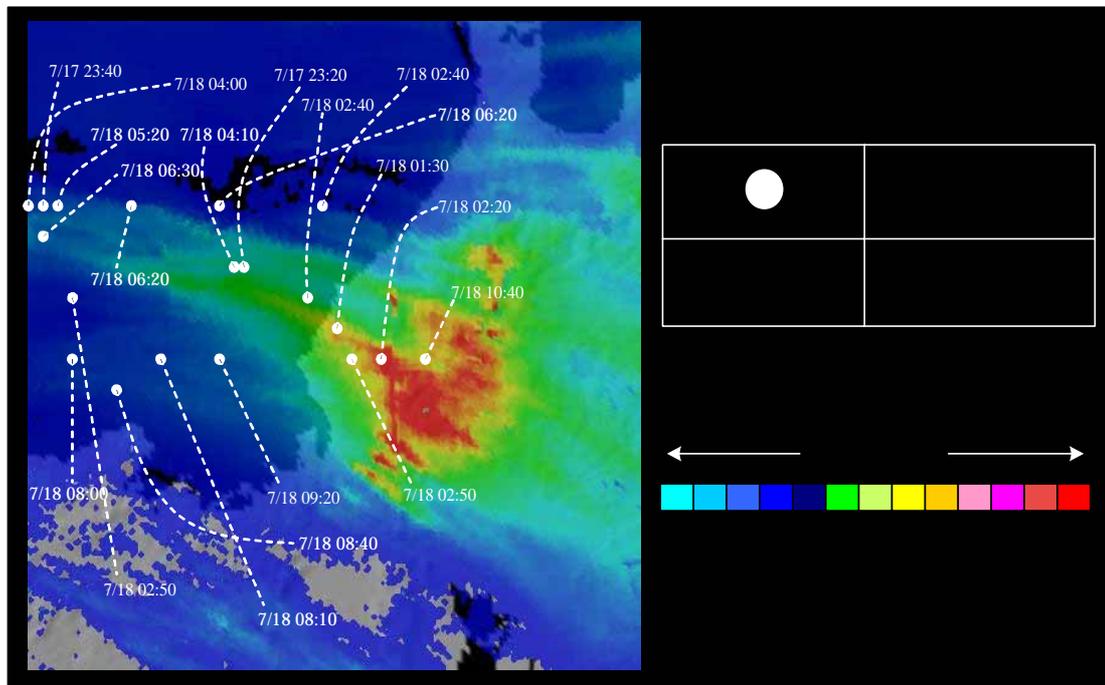


図-3.1.13 レーダー情報による17日21時から18日21時までの総降雨量分布と
雨域の発生位置と時刻
(資料作成：京都大学防災研究所中北研究室)

3.1.4 気象予報の実態

数値予報とは、大気の力学や熱力学などの物理法則に基づいて、風や気温などの時間変化を数値計算して、将来の大気の状態を予測するものである。数値予報を行う手順は、水平方向や鉛直方向に規則正しく並んだ格子を大気中に仮想的に配置し、その一つ一つの格子点での風や気温などの値を、世界中から集められた観測データを処理して求め、これをもとに大気状態の推移をスーパーコンピュータで予測計算する。

福井地方気象台は、福井豪雨の前前日の7月16日17時に、数値予報では北陸3県のどこかに大雨、強風などの局地的なシビア現象が起きても不思議ではないと判断し、「大雨に関する福井県気象情報」を公表し、18日まで大雨に対する注意を呼びかけていた。

また、17日09時初期値の数値予報資料は18日09時地上で福井県付近に梅雨前線を予想していた(図-3.1.14)。しかしながら、顕著現象が重大な気象災害に至るのか、広域に広がるか、それとも局地的な現象で終わるかは、この時点ではわからなかったのが実情であった。

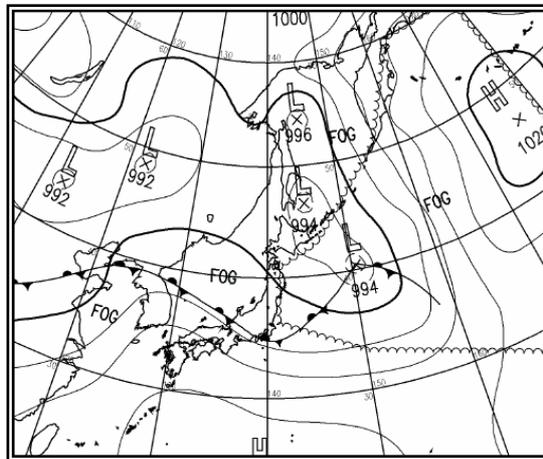


図-3.1.14 地上予想18日09時 17日09時の初期値「気象台提供資料」

図-3.1.15(下)は、気象研究所で行った福井豪雨に対する各種の数値予報モデルでの予想結果である。MSM(10km)というのが、当時計算された数値予報モデル^{*}で、NHM(5km)、NHM(1.5km)というのは、大雨特に短時間に強い雨を降らせる積乱雲の発達過程を表現できるモデルであり、MSMと比較して大雨等の予測精度が良いモデルである。括弧内の数値は格子間隔を表しており、値が小さいほど精度良く予想できる。どのモデルでも、6~9時間後の豪雨はなんとか表現しても、美山を中心に豪雨となった9~12時間後の豪雨はほとんど表現できていない。また、同時に行った、新潟・福島豪雨に対する予想結果(図-3.1.15(上))では、佐渡島北方に実況にはない降水域を予想しているものの、これはすぐに弱くなり、雨量としては弱めであるが、栃尾付近の豪雨を表現している。このことは、格子間隔が小さなモデルを用いれば、新潟・福島豪雨のように福井豪雨より大きなスケールの集中豪雨は予想できることを示している。また、新潟・福島豪雨よりスケールの小さな福井豪雨では、単に格子間隔が小さなモデルを用いただけでは予想できないものの、別の調査から、細かい立体的な観測値を初期値として取り入れれば改善する可能性があることが示されている。

^{*}) MSM(Mesoscale Model) : メソ数値予報モデル(静力学近似)

NHM(Non-Hydrostatic Numerical Model) : 個々の積乱雲まで表現できる非静力学数値モデル
なお括弧内の数字は格子間隔を表しており、値が小さいほど精度良く予想できる。

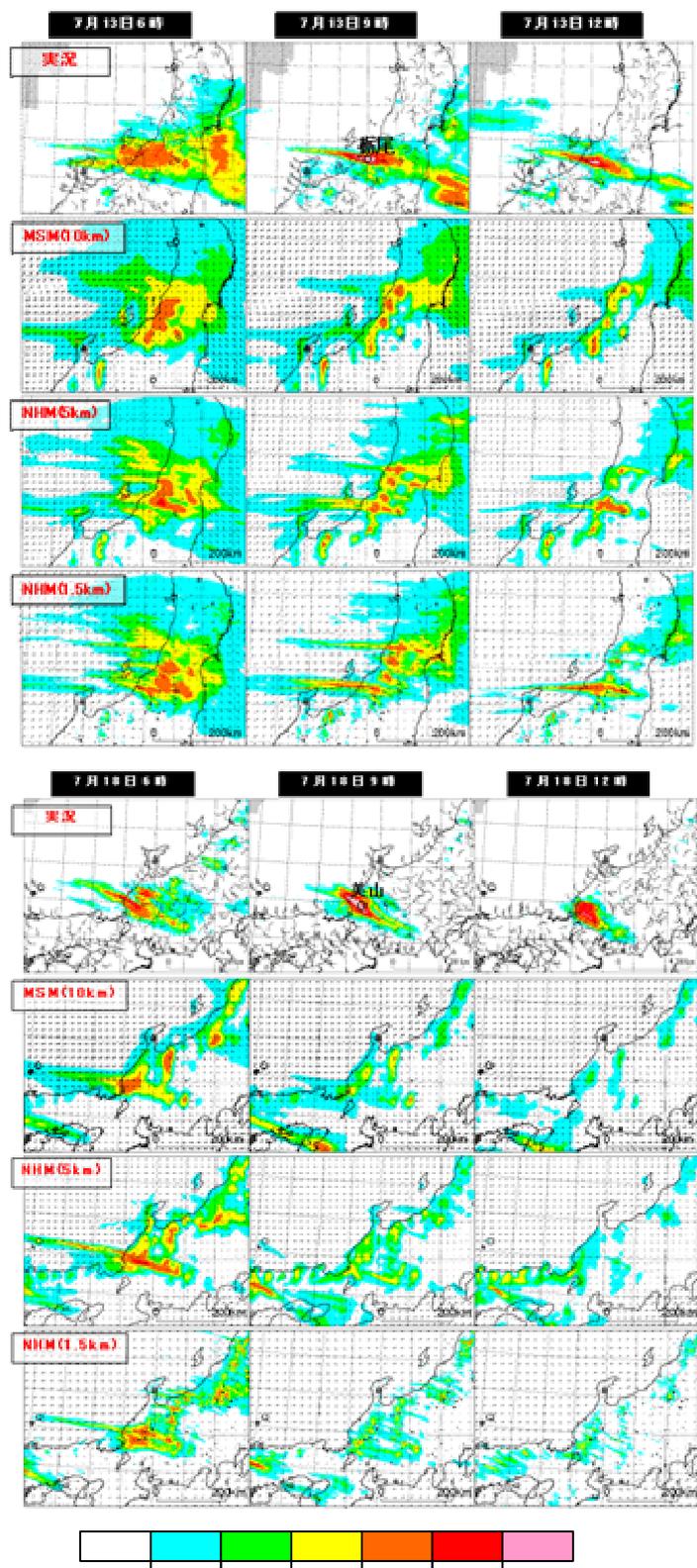


図-3.1.15 数値モデルによる予想結果（上：新潟・福島豪雨、下：福井豪雨）

「気象台提供資料」