

第2章 今回の豪雨事例の気象学的特徴

2.1 はじめに

2012年7月、九州北部では3度（7月3日大分県北部、12日熊本県、14日福岡県南部）の激しい豪雨が発生し、深刻な災害をもたらした。気象庁は、7月11～14日にかけて発生した豪雨を「平成24年九州北部豪雨」と命名した。3つの豪雨事例は、図2.1に示すように、停滞前線に向かって暖かく湿った空気が流入する環境で発生した。7月3日の豪雨は九州北部に停滞する前線上で、そして、7月12日、14日の豪雨は朝鮮半島南部に停滞する前線の暖域側で発生した。

本章では、3章以降の災害調査の基本となる豪雨の知見を総括することを目的として、最初に、1) レーダー、気象衛星、アメダス観測で得られたデータに基づいて、3つの事例に対する気象学的な特性について調べる。特に、7月3日と14日の豪雨事例では、豪雨発生のシグナルとして知られているテーパリングクラウドが気象衛星画像に現れていたため、その点に着目した調査を行う。次に、2) 3つの事例がどの程度の雨量強度を持っていたのか、過去34年間の豪雨事例との比較を通して調べる。

（西山浩司，田中健路）

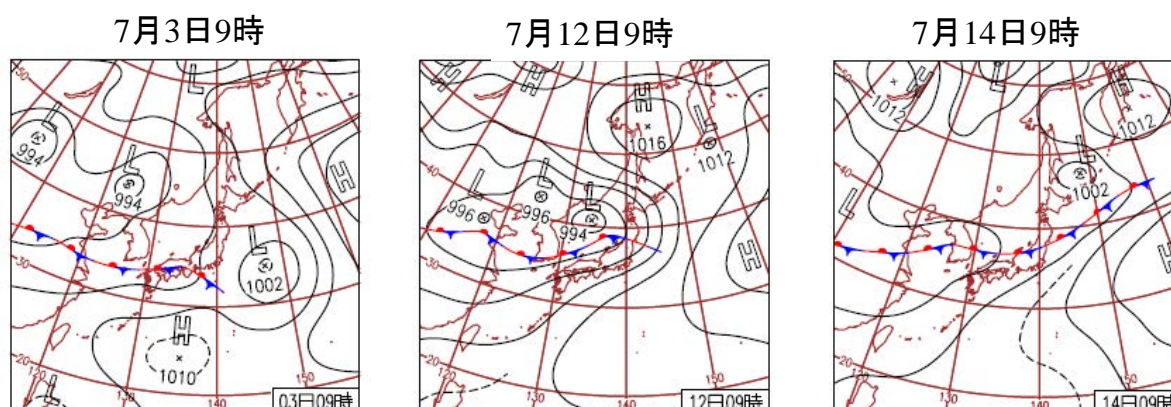


図2.1 豪雨災害を引き起こした日の天気図（気象庁ホームページより）

2.2 豪雨の特徴について

2.2.1 2012年7月3日の豪雨

2012年7月11日～14日の九州北部豪雨に先立つ7月3日、九州北部に停滞する梅雨前線に向かって暖湿気流が流入した影響（図2.1）で、中津市耶馬溪、日田市を中心とした大分県北部で豪雨が発生し、筑後川水系の花月川や山国川水系の山国川などで河川堤防の決壊、床上・床下浸水被害が引き起こされた。アメダス観測所のある耶馬溪では、観測履歴第一位の日最大時間雨量（91mm/h）、第二位の日雨量（250.5mm/d）を観測した。また、筑後川の片ノ瀬、筑後川水系花月川の花月、山国川の上曾木で観測履歴第一位の水位を観測した。

この日の気象衛星赤外面像の中に、豪雨発生のシグナルとして知られているテーパリングクラウドが発生していたことが確認されている（図2.2）ので、本節の報告では、テーパリングクラウドの出現に

伴う豪雨について特徴を調べる。テーパリングクラウドは、気象衛星赤外面像の中で風上側の1点から風下側に向かって雲が広がる独特な形状（三角形状）を示し、視覚的にわかりやすい形状をしていることから新聞等でしばしば紹介されている。別名、‘にんじん雲’とも呼ばれている。これをレーダー画像でみると、風上側の特定の領域で絶えず強い降水エコー（積乱雲）が発生し、後方に移動する形態を示すこと（バックビルディング型降水系）が多いことから、テーパリングクラウドの移動が遅ければ、特定の領域で集中豪雨が発生することになる。従って、災害の発生に対して十分警戒しなければならない雲システムである。図 2.2 を見ると、4 時の画像では、雲域が玄界灘の老岐付近から風下に広がる様子が確認でき、7 時にかけてテーパリングクラウドの特徴を示した。8 時になると、東進する別の降水系が伴う上層の雲の影響でテーパリングクラウドの特徴を確認しにくくなった。一方、図 2.3 の左図からわかるように、東西に延びる帯状の降水分布が確認できる。図には示していないが、テーパリングクラウドがゆっくり南下し、それに伴って帯状の降水系も南下した。その内部では強いエコーが西から東へ移動する様子が確認できる。その影響で、耶馬溪では 6~7 時に時間雨量 76.5mm/h（図 2.3 の右図）を記録した。以上から、テーパリングクラウドの南下が遅かったことから、強い降水エコーが特定地域に次々と通過することとなり豪雨になったと考えられる。

以上をまとめると、大分県北部の豪雨は、5 時頃から 10 時頃まで続き、6~7 時にピークを迎えた。一方、豪雨が発生した時間帯に、視覚的に認識しやすいテーパリングクラウドが出現した。即ち、豪雨発生のシグナルとなるテーパリングクラウドが出現したということは、このとき豪雨災害に対して最大級の警戒を要する気象状況であったことがわかる。（西山浩司）

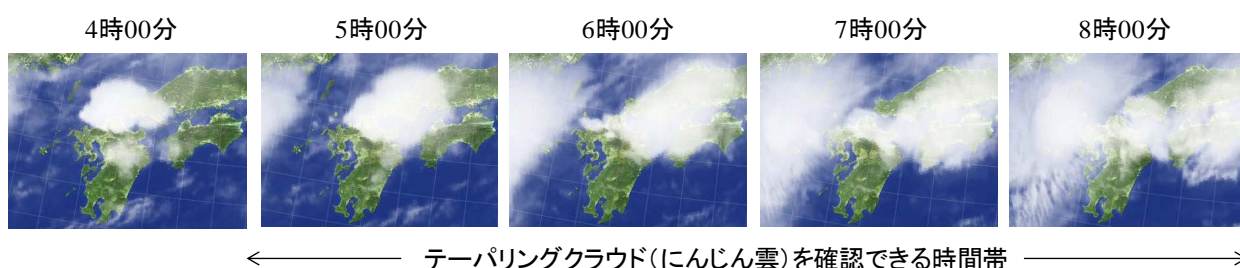


図 2.2 2012 年 7 月 3 日の気象衛星赤外面像（気象協会 tenki ホームページより）

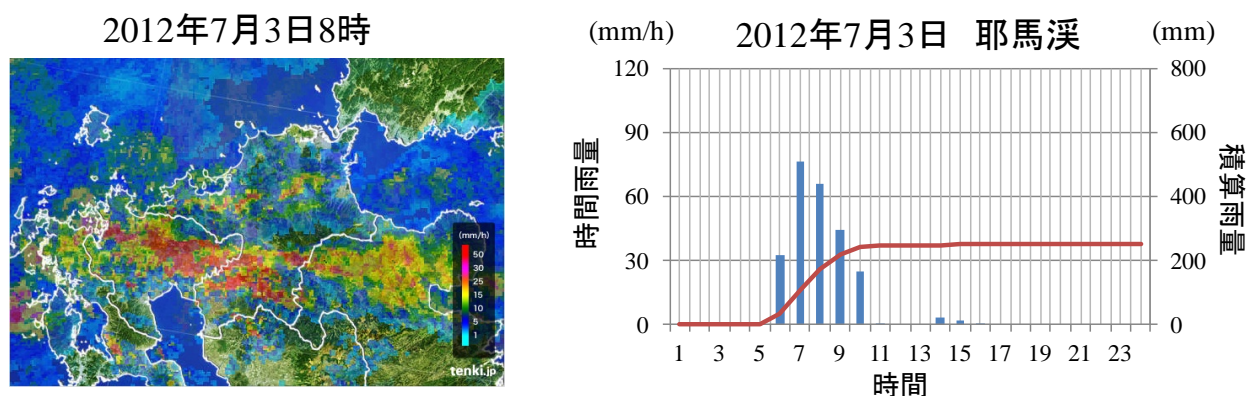


図 2.3 2012 年 7 月 3 日 8 時の降水エコー分布（左図：気象協会 tenki ホームページ）と耶馬溪（大分県）における雨量時系列（右図）。

2.2.2 2012年7月12日の豪雨

7月12日0時から9時にかけて熊本県阿蘇地方を中心に記録的な大雨が発生した。熊本県内の雨量計で観測された7月11日21時から12日9時までの12時間雨量の分布を図2.4に示す。図中の等値線は200mm以上の区域を50mm間隔で引いており、その拡がりには熊本市北部から阿蘇地方の南北20kmの範囲に及び、阿蘇市、菊池市、大津町内の観測局で12時雨量400mm以上を観測した。

阿蘇・菊池地方のうち、阿蘇市狩尾、阿蘇乙姫、高森町色見、菊池市旭志の4地点の10分雨量および7月11日21時からの積算雨量の変化を図2.5に示す。阿蘇谷北西側の狩尾で12時間積算雨量560mmを観測した。狩尾と阿蘇北西麓側の旭志では、7月12日1時から3時にかけて1時間90~120mmの猛烈な雨が降り、3時30分から4時30分の間一時的に弱まり、4時30分から6時にかけて再び1時間90mm前後の猛烈な雨が降った。阿蘇乙姫では、12日1時から6時までの5時間、途中で降雨が殆ど弱まることなく降り続いた。一方、南郷谷側の高森では、3時から4時までの間、および6時以降に1時間60mm前後の降雨を観測している。

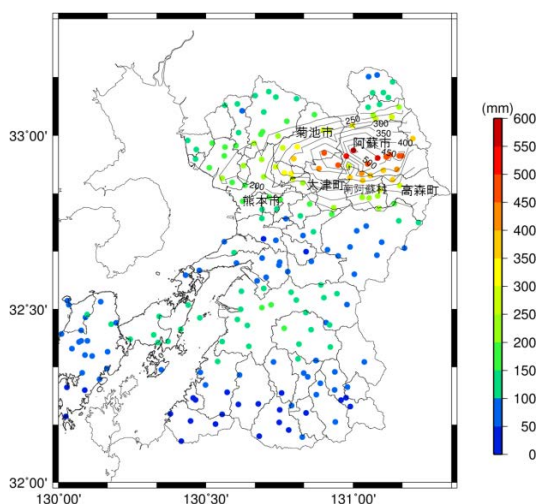


図 2.4 熊本県内の7月11日21時から7月12日9時までの12時間雨量の分布

7月11日から12日にかけての静止気象衛星画像(図2.6)によれば、五島列島上空で発生した円形状の積乱雲の塊(メソ・クラウド・クラスター(MCC))が東進しながら成長し、大雨の発生した時間帯はMCCの南西側に位置し続けていたと見られる。気象庁レーダーによる降雨強度分布(図2.7)によれば、MCCの南東側に対応する降水系が、長崎県側から熊本県北部へと移動し、その後は東シナ海側からの下層の湿潤空気の供給と梅雨前線北西側の上空からの乾燥空気の流入により、強雨域が数時間にわたりほぼ停滞していたと見られる。12日3時から4時30分にかけて見られた阿蘇西側での降雨の一時的な弱まりは、それまで大雨をもたらしていた降水帯が東進し、北西側から別の降水帯が接近するまでの間に対応している。

上空の風の分布(図2.8)によれば、高度3km以下の下層は風速20m/s前後の南西風が卓越しており、下層からの暖湿空気の流入が活発であったと見られる。5km以上上空では、西風が卓越し、時折北西風が吹いている。阿蘇乙姫および高森のアメダス観測では、7月12日3時から4時の間、および6時以降は北西風が観測されており、クラウド・クラスター内部の水蒸気の収束過程に加え、阿蘇山の地形の効果による局地的な対流活動への影響など今後詳細に解析する必要がある。(田中健路)

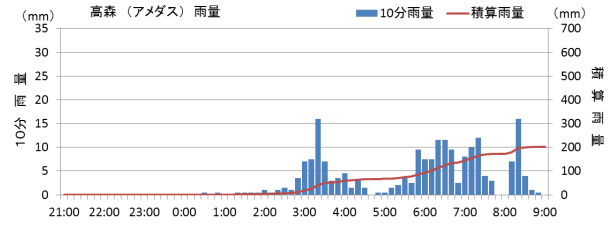
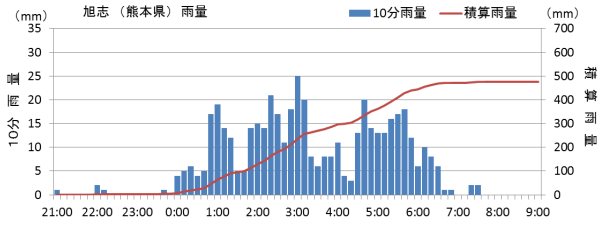
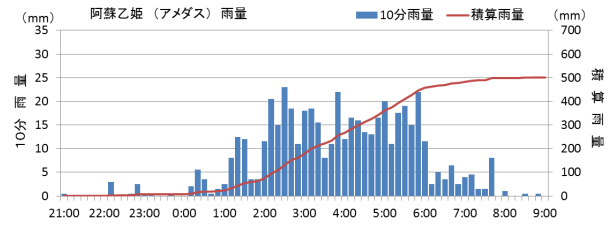
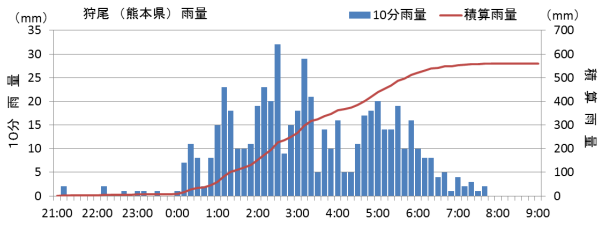


図 2.5 阿蘇・菊池地方の 10 分雨量および 7 月 11 日 21 時からの積算雨量の時間変化

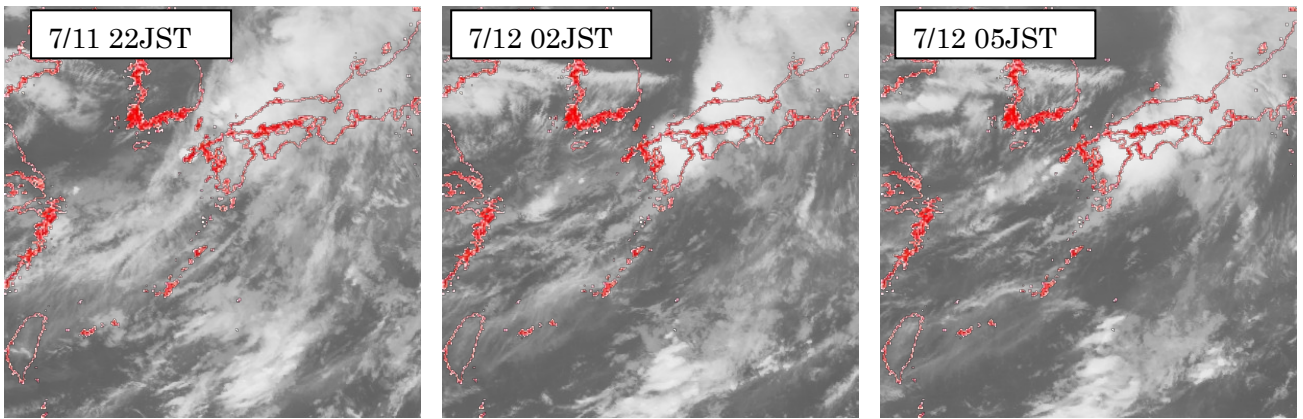


図 2.6 静止気象衛星 (MTSAT) 赤外画像

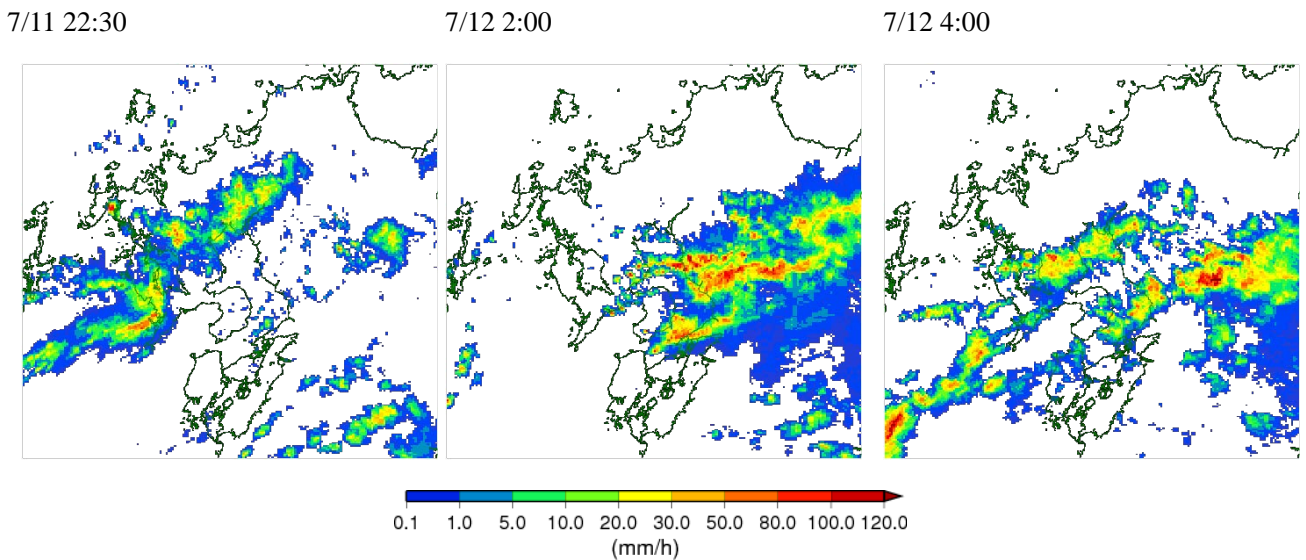


図 2.7 気象庁レーダー観測による九州北部の降雨強度分布

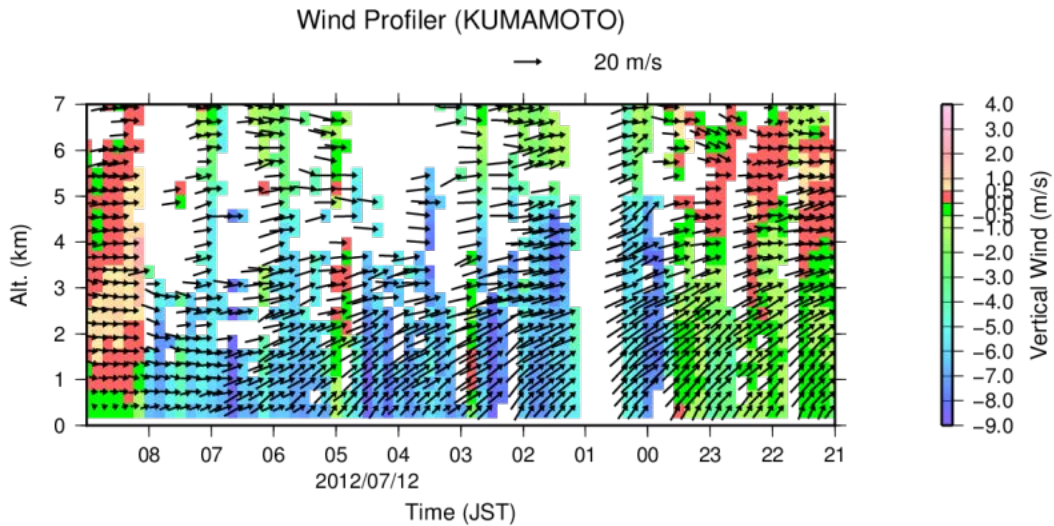


図 2.8 ウィンドプロファイラ観測による熊本の上空の風の時間変化. 背景色は鉛直風成分, ベクトルは水平成分(矢印右上方向は南西風に対応)を表す.

2.2.3 2012年7月14日の豪雨

2012年7月14日, 朝鮮半島南部に停滞する梅雨前線に向かって暖湿気流が流入する気象状況下(図 2.1), 豪雨が前線南側の暖域内の福岡県南部の矢部川流域で発生した. 福岡県黒木(アメダス観測所)では, 日雨量(415mm/d), 日最大時間雨量(91.5mm/h), 日最大10分間雨量(24mm/10min)で履歴第一位を記録した.

この日も7月3日と同様に, 気象衛星赤外面像(図 2.9)に示されているように, 九州の島原半島, 有明海付近から東側に延びるテーパリングクラウドの発生を確認することができる. 従って, この特徴を示したということは, 災害を引き起こす可能性がある激しい豪雨に警戒しなければならない状況である. 実際, 出現したテーパリングクラウドに対応して, 東西に延びる線状降水系を確認することができる(図 2.10). その降水系の中で, 佐賀市付近で発生した強いエコーが矢部川に沿って八女, 黒木方面へ西から東へ移動している様子を確認することができる. 特に, 黒木付近で強いエコーが停滞している. 即ち, 黒木付近で積乱雲の雨量強度が最も強くなる環境が整っていたことになる. その状況を反映するように, 線状降水系に沿って強い降水が観測され(図 2.11の左図), その南北では降水がほとんど観測されていない. 特に, 黒木では9時から10時までの1時間に87mm/hの雨量を観測した(図 2.11の右図).

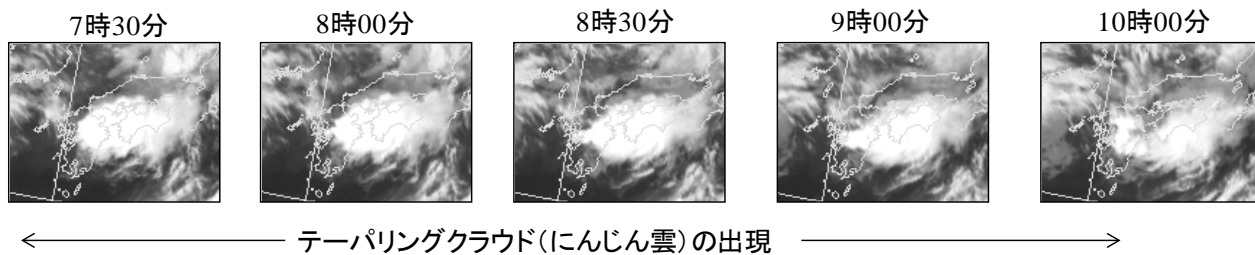


図 2.9 2012年7月14日の気象衛星赤外面像(気象庁ホームページより)

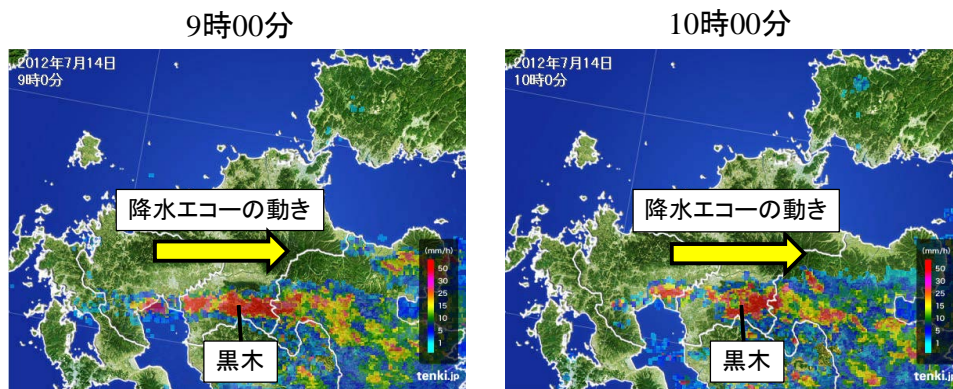


図 2.10 9～10 時の降水エコーの推移 (tenki ホームページより)

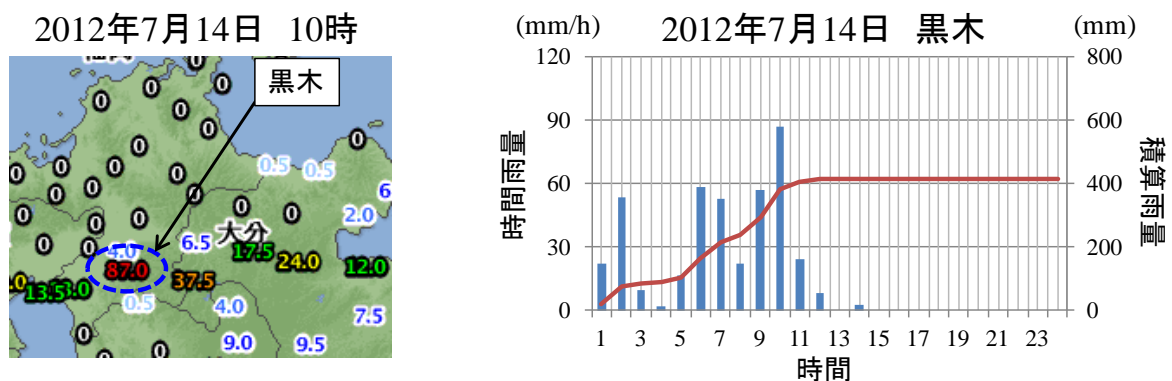


図 2.11 2012 年 7 月 14 日 9 時～10 時までの時間雨量の分布 (左図: 気象庁ホームページ) と黒木 (熊本県) における雨量時系列 (右図).

2.2.4 3つの豪雨事例の雨量特性について (過去の豪雨との比較)

本節では、3つの豪雨事例における雨量特性について、過去の豪雨特性と比較することによって検討する。過去の豪雨の対象として、福岡県、大分県、熊本県で起こった豪雨を抽出する。具体的には、アメダス稼働の本格展開を開始した1979年以降、2012年9月までに発生した豪雨の中から日雨量200mm/d以上の観測点のデータを抽出する。簡単のため、豪雨の抽出は日単位で行う。各々の観測点に対する雨量特性を表わすために、土砂災害や河川の氾濫を把握する上の基本的な指標として使われる長時間の積算雨量と短時間雨量を考える。前者の指標として、前述した日雨量を扱う。一方、後者の指標として、豪雨日における毎正時の時間雨量に基づいて、①その最大値 (最大時間雨量)、及び②3時間雨量の最大値 (最大3時間雨量) を扱う。その結果を図 2.12 に示す。

最初に7月3日の豪雨事例の雨量特性を調べる。大分県では、過去34年間に日雨量400mm/dを越える観測点が存在しており、7月3日の中津市耶馬溪の日雨量250mm/dは通常の豪雨の範囲にあった。一方、日雨量200~300mm/dの範囲で見ると、耶馬溪の日最大時間雨量、日最大3時間雨量は、各々76.5mm/h、187mm/3hを示し、通常の多くの豪雨よりも短時間での強い雨量を示していた。次に、7月12日の豪雨事例 (熊本県) を見ると、阿蘇乙姫の日雨量、日最大3時間雨量は、34年間に熊本県内で起こった豪雨と比較して最も多いことがわかった。この時、阿蘇乙姫では時間雨量85mm/hを越える雨量が4時間も継続し、最終的に日雨量が493mm/dに達する猛烈な豪雨であったことを示している。最後に、7月14日の豪雨事例 (福岡県) を見ると、最も降水系の影響を受けた黒木で日最大時間雨量、日最大3時間雨

量は通常の豪雨の範囲よりも広い範囲にあったが、日雨量 415mm/d は、福岡県内の過去 34 年間の記録で履歴第 1 位を示した。尚、履歴第 2 位の記録は 344mm/d であり、2 位の記録を 71mm も上回った。

2.3 まとめ

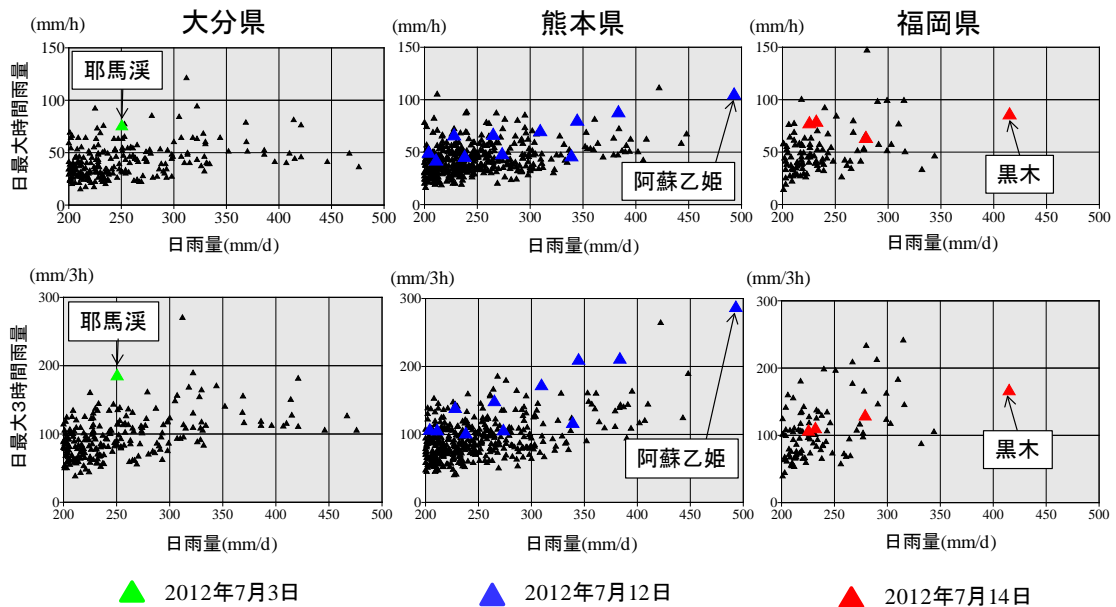


図 2.12 過去 34 年間に日雨量 200mm 以上記録した日を対象に得られた、日雨量に対する最大 1 時間雨量と最大 3 時間雨量の関係。ここに、黄緑、青、赤の三角形は、各々、2012 年 7 月 3 日、12 日、14 日における雨量の特性を示す。

2012 年 7 月、九州北部で発生した 3 度（7 月 3 日大分県北部、12 日熊本県、14 日福岡県南部）の記録的な豪雨事例に関する気象状況及び豪雨の特徴を調べた。2012 年 9 月までの過去 34 年間の雨量記録を見ると、3 日の豪雨は短時間に大量の雨量をもたらし、12 日の豪雨は熊本県内で最大級、14 日の豪雨は日雨量で最大であった。そのような豪雨は、停滞前線上か、その暖域側で発生した。また、クラウドクラスターやテーパリングクラウドといった、対流雲の集合体からなるシステム（線状降水系、塊状の降水系）から豪雨が発生していることが確認された。即ち、次々と形成した強い対流雲（積乱雲）が、特定の地域に対して、集中的に豪雨をもたらす典型的な形態である。その中で、7 月 3 日、14 日に発生したようなテーパリングクラウドは、過去に高頻度で豪雨となることがわかっており、これまで気象庁が命名した豪雨に深く関連していること（西山ら、2011）から災害に対して警戒すべき形態である。また、視覚的に判断できることから、災害を引き起こす豪雨発生シグナルを与えることになるので、積極的に防災に役立てたい情報である。（西山浩司、田中健路）

ホームページの引用：

気象庁 (<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>), 気象協会 tenki (<http://tenki.jp/>)

参考文献：

- 1) 西山浩司, 岩井真央, 小柳賢史, 藤崎成晶, 佐藤昂介：豪雨災害とテーパリングクラウドの関係, 水工学論文集, 55 巻, pp.487-492, 2011.