

平成29年7月九州北部豪雨の 被災流域における各種レーダデータの 面積雨量に関する比較検討

林 義晃^{1*}・手計 太一²・橋本 彰博¹・永島 健³

¹福岡大学工学部社会デザイン工学科（〒814-0180 福岡市城南区七隈8-19-1）

²富山県立大学大学院工学研究科環境工学専攻（〒939-0398 富山県射水市黒河5180）

³株式会社ケイディエム（〒883-0005 宮崎県日向市中堀町3-119）

* E-mail: yhayashi@fukuoka-u.ac.jp

本研究は、昨年7月5～6日にかけて発災した「平成29年7月九州北部豪雨」を解析イベントとして、特に大きな被害が生じた桂川、北川、白木谷川、赤谷川、大肥川の5つの中小河川流域を対象に、気象庁レーダ・アメダス解析雨量、国土交通省Cバンドレーダ、XバンドMPレーダ、C&XバンドMPレーダ(XRAIN)の4種類のレーダデータによる面積雨量(流域平均雨量)の比較検討を行った。

その結果、桂川、北川と白木谷川では、解析雨量に対してXRAINは過小評価となるが、赤谷川ではほぼ同等であり、大肥川では過大評価となった。よって、強雨を伴う降水イベントの面積雨量では、隣接する流域でも異なるデータ特性となる可能性があり、各レーダサイトの位置関係も影響することが示唆される。

Key Words : areal rainfall, XRAIN, C-band radar, radar-AMeDAS rainfall, devastated river basin, heavy rain in the Northern-Kyushu region on July 2017

1. はじめに

河川の氾濫や浸水被害、土砂災害など大雨に起因した水災害は近年多発しており、人的・物的被害も激甚化してきている。実際、気象庁のホームページで公開されている「災害をもたらした気象事例(平成元年～本年)」¹⁾では、毎年全国各地で大雨に起因した水害が多く発生していることが示されており、気候変動の影響も相まって、我が国の降水特性が変化してきていると言っても過言ではない。

毎年発災している水災害の実態解明に向けて、これまでに様々な調査・研究が行われている。例えば、土木学会では、水害関連で直近5年間に8度も災害調査団が結成され、様々な観点から報告がなされている。中でも、これまでに経験のない水災害の一つとして、半月の間に3つの台風が北海道に上陸した「2016年8月北海道豪雨」に関する土木学会災害調査団報告書²⁾では、局地的及び集中豪雨に備え、山間部における観測体制の見直しが必要であることを言及している。

本研究で取り上げる、昨年7月5～6日にかけて発災した「平成29年7月九州北部豪雨」は、死者・行方不明者が42名に上り、流木も含む大量の土石流によって甚大な被害が生じた。本豪雨では、気象庁のレーダ・アメダス解析雨量において、7月5日9時からの24時間降水量で1000(mm/24h)にせまる降水量であったことが言われており³⁾、その強雨域の中心は山間部に集中していた。また、同豪雨の災害調査団報告書⁴⁾では、複数の降水観測手法を用いて降水特性を明らかにしており、地点解析では、各観測手法において大きく異なる結果が示された。しかし、河川の流量計算を行う際に用いられる面積雨量(流域平均雨量)については、詳細な結果が示されておらず、その結果を活用できることは、高精度な河川流量の再現計算の実現に大いに資することが考えられる。

以上を鑑み、本研究では平成29年7月九州北部豪雨を解析イベントとして、河川の氾濫や土石流の被害を受けた流域を対象に、各種レーダデータを用いた面積雨量の比較を行った。また、ある一つのレーダデータの面積雨量を基準として、その他の各レーダデータの面積雨量と

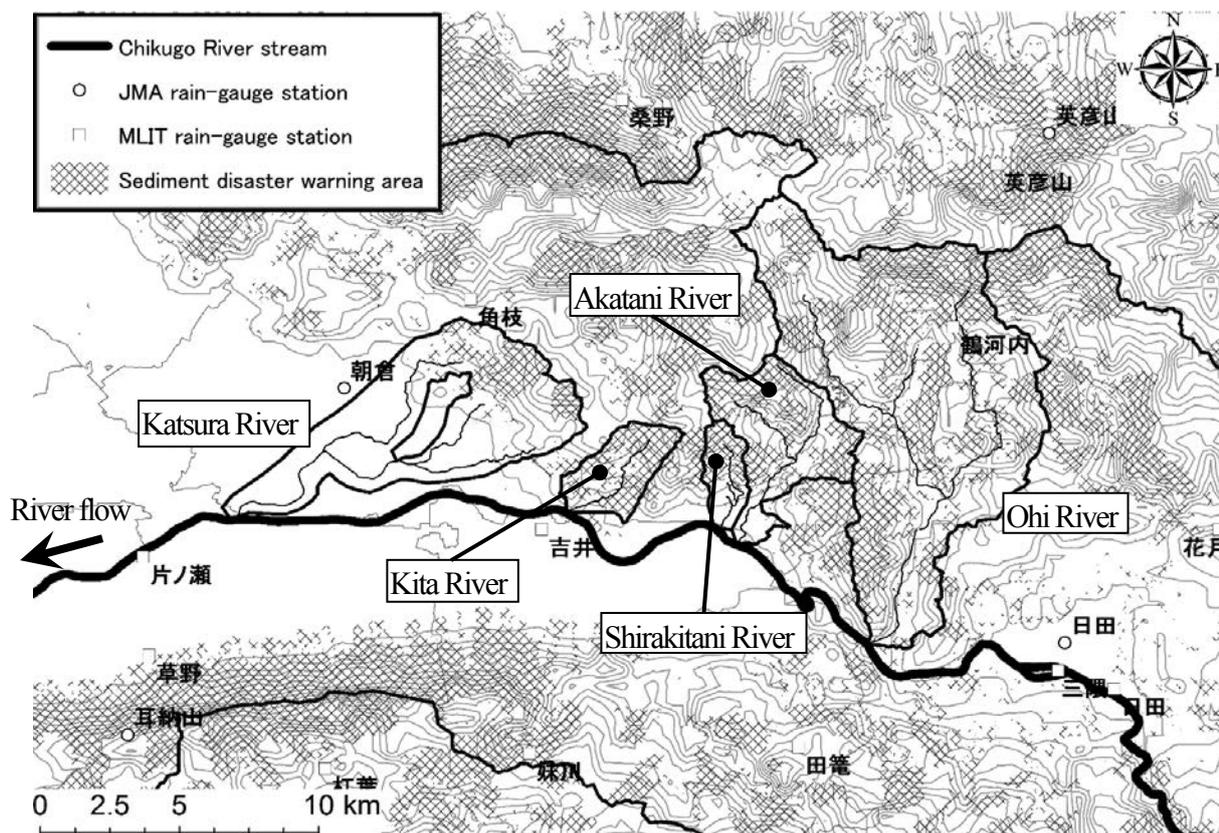


図-1 本解析に用いた被災流域の位置図。

表-1 本解析に用いた被災流域の特徴。

	River length (km)	Catchment area (km ²)
Katsura River	30.1	45.4
Kita River	4.5	7.0
Shirakitani River	2.5	3.9
Akatani River	15.5	20.1
Ohi River	34.4	77.6

の差分した解析も行うことで、隣接する各流域での各種レーダによる面積雨量のデータ特性を明らかにする。

2. 観測データとその手法

(1) 解析対象流域

図-1に、本解析に用いる流域を示す。図-1の左から、桂川、北川、白木谷川、赤谷川、大肥川の5つの流域を対象とし、いずれの河川も、筑後川水系の右岸流域に位置する2級河川である。表-1に各河川の特徴として、流路延長と流域面積をまとめた。また、図-1には、周辺の地形起伏を表す等高線と土砂災害危険箇所をあわせて示している。ここで、等高線は、国土地理院が発行している数値地図50mメッシュ(標高)の標高データを用いており、標高50m毎で等高線を作図している。また、土砂災害危険箇所は、国土数値情報ダウンロードサービス³⁾に公開されている情報を用いた。これにより、どの流域内

でも土砂災害危険箇所を抱えており、等高線から特に白木谷川や赤谷川において、急な河川勾配を有していることもわかる。

(2) 解析に使用したデータ

今回、面積雨量を算出するにあたって、気象庁と国土交通省が管理する4種類のレーダデータを用いた。

一つ目であるレーダ・アメダス解析雨量(以下、解析雨量とする)は、気象庁が全国に20基展開・観測しているCバンドレーダである。降水量推定方法としては、従来法であるZ-R関係式が用いられており、それにAMeDAS (Automated Meteorological Data Acquisition System)の降水量データで補正されている。データの空間解像度は1kmであり、時間分解能は30分である。

二つ目として、Cバンドレーダは、国土交通省が全国に26基展開・観測しているレーダ雨量計である。降水量推定方法としては、先述の気象庁の解析雨量と同様な手法であり、Z-R関係式で降水量を推定して、さらに地上雨量観測所による降水量データの補正が入っている。今回使用したデータは、合成処理データであり、データの空間解像度は1kmであり、時間分解能は5分である。

三つ目は、XバンドMPレーダ(以下、X-MPとする)であり、国土交通省が全国の主要都市を中心に38基展開・観測しているレーダ雨量計である。降水量推定方法として、偏波間位相差変化率(Kdp)の閾値に応じて、Z-R関係式とKdp-R関係式が使い分けられており、地上降水デ

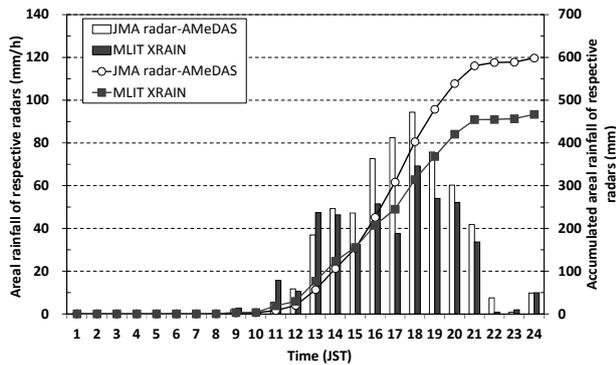


図-2 桂川流域の各種レーダデータによる面積雨量と積算値

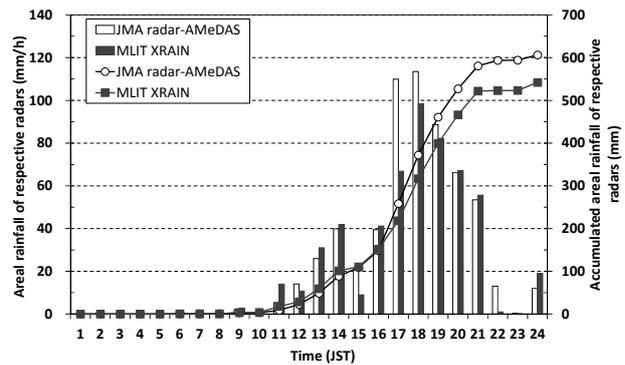


図-3 北川流域の各種レーダデータによる面積雨量と積算値

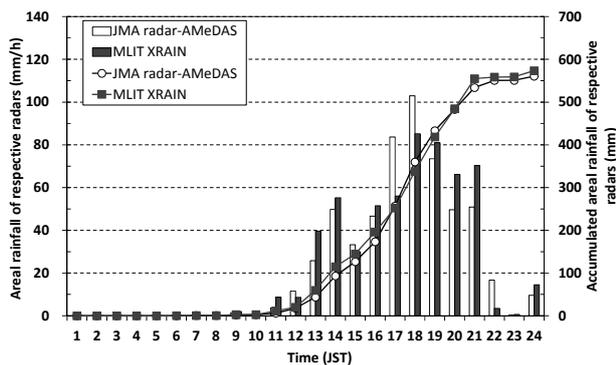


図-4 赤谷川流域の各種レーダデータによる面積雨量と積算値

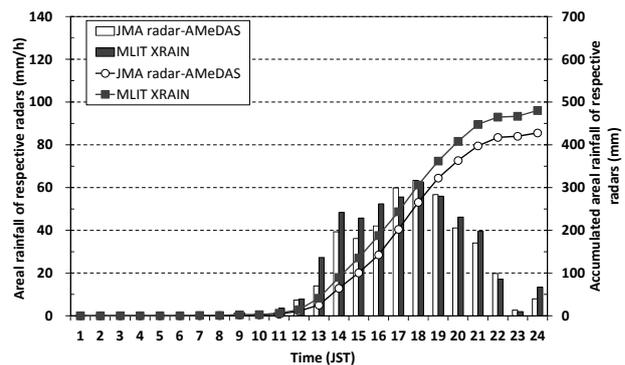


図-5 大肥川流域の各種レーダデータによる面積雨量と積算値

ータの補正なしで高精度な降水量推定が実現している。今回用いたデータは、合成処理データであり、データの空間解像度は250m、時間分解能は1分である。

四つ目は、C&XバンドMPレーダであり、XRAIN(eXtended Radar Information Network)と呼ばれている。これは、既存のCバンドレーダをMP(Multi-Parameter)化して高性能化し、さらにX-MPと組み合わせることで、都市域のみならず全国各地で高解像度・高頻度の降水量データを用いることができる。データの空間解像度及び時間分解能は、X-MPと同様である。なお、X-MPやXRAIN特有の問題である、強雨域の後背地で発生しやすい電波消散に起因した観測データの欠測は、別の降水量データで補正せず、観測されているデータのみで検討した。

(3) 解析手法

本研究では、主に二つの観点から平成29年7月九州北部豪雨の対象イベントとして、被災流域における各種レーダデータ的面積雨量の比較検討を行う。

一つ目は、各流域において、解析雨量とXRAINによる1時間毎の面積雨量とその積算値を示す。これにより、降水量推定方法や空間解像度、時間分解能などの異なる観測仕様が、各流域の面積雨量に与える影響を明らかにする。今回、面積雨量の基礎となる各種レーダの降水量データの取り扱いについては、各流域内に含まれる降水量メッシュデータの全てを抽出した。

二つ目は、各流域における解析雨量の面積雨量を基準として、Cバンドレーダ、X-MPとXRAINの各面積雨量との差分値とその積算値を時系列で示す。その際、各流域で最近傍に位置する地上雨量観測所の1時間降水量も併記することで、降水状況と各種レーダデータによる面積雨量と比較しながら、各流域における面積雨量のデータ特性の推移を明らかにする。その地上雨量観測所の選定として、桂川と北川は気象庁朝倉観測所とした。白木谷川と赤谷川は、国土交通省吉井観測所が最近傍の観測所ではあるが、発災当日(7月5日)の降水量データが公開されていないため、大肥川流域内に設置されている国土交通省鶴河内観測所を用いた。なお、鶴河内観測所は、当日20時と21時の降水量データが欠測している。

最後に、本解析において解析雨量を基準とした点は、解析雨量が真値であるという意図から選択した訳ではない。災害発生リスクの高まりを示す土壌雨量指数などの様々な指数の算出や、それらを用いて大雨・洪水警報の危険度分布の算出など、災害発生危険度を示す重要な基礎データとして解析雨量が用いられているからである。

3. 解析結果

(1) 各流域における解析雨量とXRAINの面積雨量とその積算値による検討

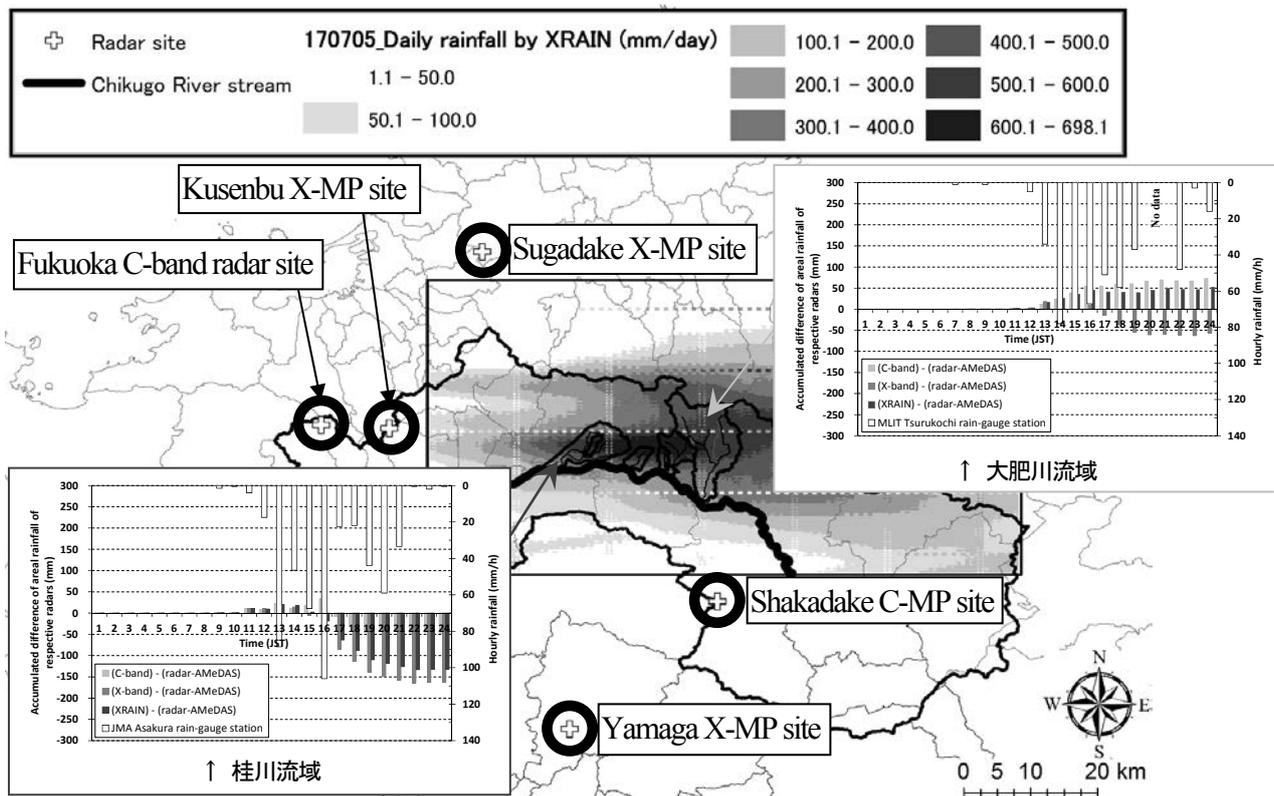


図-6 被災流域とその周辺に設置されている各種レーダサイトの位置関係。

図-2, 3, 4, 5に桂川, 北川, 赤谷川, 大肥川流域における解析雨量とXRAINの面積雨量とその積算値の時系列を示す。桂川流域では, 強雨が伴っていた16~19時の間において, 解析雨量とXRAINの間で大きな差が生じており, 積算値では100mm以上も違いが生じる。この要因の一つとして, XRAINにおいてKdpなどの降水量推定に必要な偏波情報が十分な範囲で観測できていないことが考えられる⁹⁾。また, 桂川同様に, 北川も強雨域に位置する流域だったため, 同様なデータ特性が見られた。しかし, 赤谷川流域では, 解析雨量とXRAINの間で大きな違いは見られず, 積算値もほぼ同等になっている。そして, 大肥川流域における面積雨量の積算値は, 桂川や北川とは異なり, XRAINの方が解析雨量より大きな値を示していることがわかった。これは, 土木学会2017年7月九州北部豪雨災害調査団報告書⁹⁾における豪雨の気象学的特性で示されている通り, 各レーダサイトの位置関係が影響していることが考えられ, 次節で各種レーダデータによる面積雨量を比較しながら述べる。

よって, 今回の豪雨では, 解析雨量とXRAINを面積雨量として用いた場合, 隣接する流域でも異なるデータ特性を有する結果になることがわかった。

(2) 各流域における解析雨量を基準とした各種レーダデータの面積雨量の積算による差分値の検討

図-6に, 桂川と大肥川流域における各種レーダデータの面積雨量とその積算値の時系列を示し, 同時に被災流

域周辺の各観測機関におけるレーダサイトの位置も示す。今回, 対象としたレーダサイトとして, 気象庁福岡バンドレーダ, 国土交通省釈迦岳CバンドMPレーダ(図中ではC-MP), 九千部X-MPと菅岳X-MPの4基とし, XRAINによる被災流域周辺の平成29年7月5日における日降水量の空間分布も示している。

これにより, 桂川流域では前節でも述べた通り, 大きな降水強度が生じ始めた時間を境に, 各種レーダデータによる面積雨量は解析雨量に対して過小評価となり, 具体的にはCバンドレーダで約50(mm/day), XRAINで約130(mm/day), X-MPでは約160(mm/day)の差が生じている。大肥川流域でも, 強雨が生じ始めた時間から各種レーダデータで差が生じ始めているが, CバンドレーダとXRAINで50(mm/day)程度の過大評価, X-MPでは逆に50(mm/day)程度の過小評価になっている。このような結果の要因の一つとして, 図-6でわかる通り, 本豪雨の強雨域は被災流域を覆うように東西方向に広がっていた。そのため, 九千部X-MPや菅岳X-MPでは, その強雨域の後背地に被災流域が位置していたため, 様々な観測データを精度良く得ることが困難であったと考えられる⁹⁾。しかし, 赤谷川や大肥川流域では, 釈迦岳C-MPが近傍に設置されていたため, その観測による影響を大きく受けていることが考えられる。

よって, 本豪雨のような強雨を伴う降水イベントにおいて, 流量計算に用いる各種レーダデータの面積雨量の選定に当たっては, 対象流域と強雨域の位置関係を把握

しておく必要がある。また、各レーダサイトの位置関係が各流域の面積雨量に与える影響も大きいことから、対象流域の近傍にあるレーダの観測データが含まれる面積雨量を活用することが有効的と考えられる。

4. 結論

本研究では、昨年7月5～6日にかけて発災した「平成29年7月九州北部豪雨」を解析イベントとして、特に被害が甚大であった5つの中小河川流域を対象として、各種レーダデータによる面積雨量の比較検討をした。そこで、明らかになった知見を以下にまとめる。

(1) 各流域における解析雨量とXRAINの面積雨量とその積算値の解析結果

桂川流域、北川流域と白木谷川流域では、特に強雨が生じていた時間帯を中心に、解析雨量とXRAINの面積雨量が大きく異なり、積算値でも100(mm/day)以上の差が生じた。しかし、赤谷川流域では、解析雨量とXRAINで積算値も含めてほぼ同等であり、大肥川流域ではXRAINの方が解析雨量より大きくなる結果が得られた。そのため、強雨を伴う降水イベントでは、近接する流域でも異なる面積雨量のデータ特性になる場合があることがわかった。

(2) 各流域における解析雨量を基準とした各種レーダデータの面積雨量の積算による差分値の解析結果

桂川流域では、強雨が生じ始めた時間を境に、Cバンド、X-MPとXRAINの面積雨量は解析雨量に対して全て過小評価となり、特にX-MPが最も大きく過小評価していることがわかった。しかし、大肥川流域では、桂川流域のようなデータ特性が見られず、Cバンドレーダ及び

XRAINで過大評価、X-MPで過小評価になった。これは、各流域と強雨域の位置関係をはじめ、対象流域と各レーダサイトの位置関係が大きく影響していることが考えられる。

謝辞：本研究の解析に使用したデータについて、レーダ・アメダス解析雨量は気象庁福岡管区気象台より、Cバンド及びC&XバンドMPレーダ(XRAIN)は国土交通省九州地方整備局河川部水災害予報センターより、XバンドMPレーダは文部科学省の委託事業により開発・運用されているデータ統合・解析システム(DIAS)より、それぞれ提供していただいた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 気象庁：災害をもたらした気象事例(平成元年～本年)、https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/index_1989.html, 2018.
- 2) 土木学会：2016年8月北海道豪雨災害調査団報告書, 141pp, 2017.
- 3) 気象庁：梅雨前線及び台風第3号による大雨と暴風,https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2017/20170711/jyun_sokuji20170630-0710.pdf, 2018.
- 4) 土木学会：2017年7月九州北部豪雨災害調査団報告書, 印刷中, 2018.
- 5) 国土交通省国土政策局国土情報課：国土数値情報ダウンロードサービス, http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/jpgeis/jpgeis_datalist.html, 2018.
- 6) 林義晃, 手計太一, 永島健, 橋本彰博：強雨観測時におけるXバンドMPレーダの降水量推定精度の低下に関する検討, 水文・水資源学会 2018年度研究発表会要旨集, 印刷中, 2018.