

2015年9月関東・東北豪雨における鬼怒川流域の地上雨量計とレーダによる観測雨量の比較

諸岡 良優^{1*}・山田 正²

¹中央大学大学院理工学研究科都市環境学専攻（〒112-8551東京都文京区春日1-13-27）

²中央大学理工学部都市環境学科（〒112-8551東京都文京区春日1-13-27）

* E-mail: yoshimasa-m@civil.chuo-u.ac.jp

流出解析では一般的に、降雨データを入力値として解析対象地域における地質・土質状態や、山地・都市域等の土地利用をモデル化し流量や水位を算出する。入力値として用いる降雨データは様々な観測手法があり、地上雨量計を用いた方法やCバンドレーダ、XバンドMPレーダによる方法がある。本稿では本稿では特に大規模豪雨時の地上雨量計とCバンドレーダ、XバンドMPレーダによる観測値の比較を行った。具体的には平成27年9月関東・東北豪雨豪雨災害時における鬼怒川流域を対象として地上雨量計による観測雨量とCバンドレーダ、XバンドMPレーダによる観測雨量の比較を行った結果を報告する。

Key Words : C-band radar, X-band MP radar, Kinugawa River

1. はじめに

流出解析では一般的に、降雨データを入力値として解析対象地域における地質・土質状態や、山地・都市域等の土地利用をモデル化し流量や水位を算出する。入力値として用いる降雨データは様々な観測手法があり、地上雨量計を用いた方法やCバンドレーダ、XバンドMPレーダによる方法がある。地上雨量計として、一般的によく用いられる転倒枡雨量計は20cm口径の容器で集めた雨を0.5mm毎に転倒する枡で測り、その回転数から雨量を知るものである（例えば¹⁾）。レーダによる降水強度の測定には一般的に、レーダによる観測値である反射因子 Z と降水強度 R の関係について経験式を構築し Z から R を求める反射因子法が用いられている（例えば¹⁾）。今日までに日本全国に整備された気象レーダであるCバンドレーダは観測範囲：半径約200km、空間分解能：1km×1km、時間分解能：5分であり台風等の広範囲なスケールの降雨の観測に適している。さらに近年、XバンドMPレーダによる観測網であるXRAINは観測範囲：半径約60km、空間分解能：250m×250m、時間分解能：1分であり、ゲリラ豪雨のような短時間

に局所的に発生する豪雨の観測に適している。地上雨量とCバンドレーダ雨量を比較した事例²⁾では両者の観測値が概ね一致することが確認されている。本稿では特に大規模豪雨時の地上雨量計とCバンドレーダ、XバンドMPレーダによる観測値の比較を行った。具体的には平成27年9月関東・東北豪雨豪雨災害時における鬼怒川流域を対象として地上雨量計による観測雨量とCバンドレーダ、XバンドMPレーダによる観測雨量の比較を行った結果を報告する。

2. 対象降雨イベントと対象流域の概要

(1) 対象降雨イベントの概要

本稿で対象とする平成27年（2015年）9月関東・東北豪雨は、台風第18号から変わった低気圧に向けて南から流れ込む湿った風の影響により、多数の線状降水帯が次々と発生し、長時間に渡り関東から東北地方の広い範囲で記録的な大雨である。本豪雨により栃木県と茨城県を流れる利根川水系の鬼怒川では堤防からの溢水及び越水とそれに伴う堤防決壊が生じ、茨城県常総市において市内の約1/3の面積を占める約40km²が浸水した³⁾。

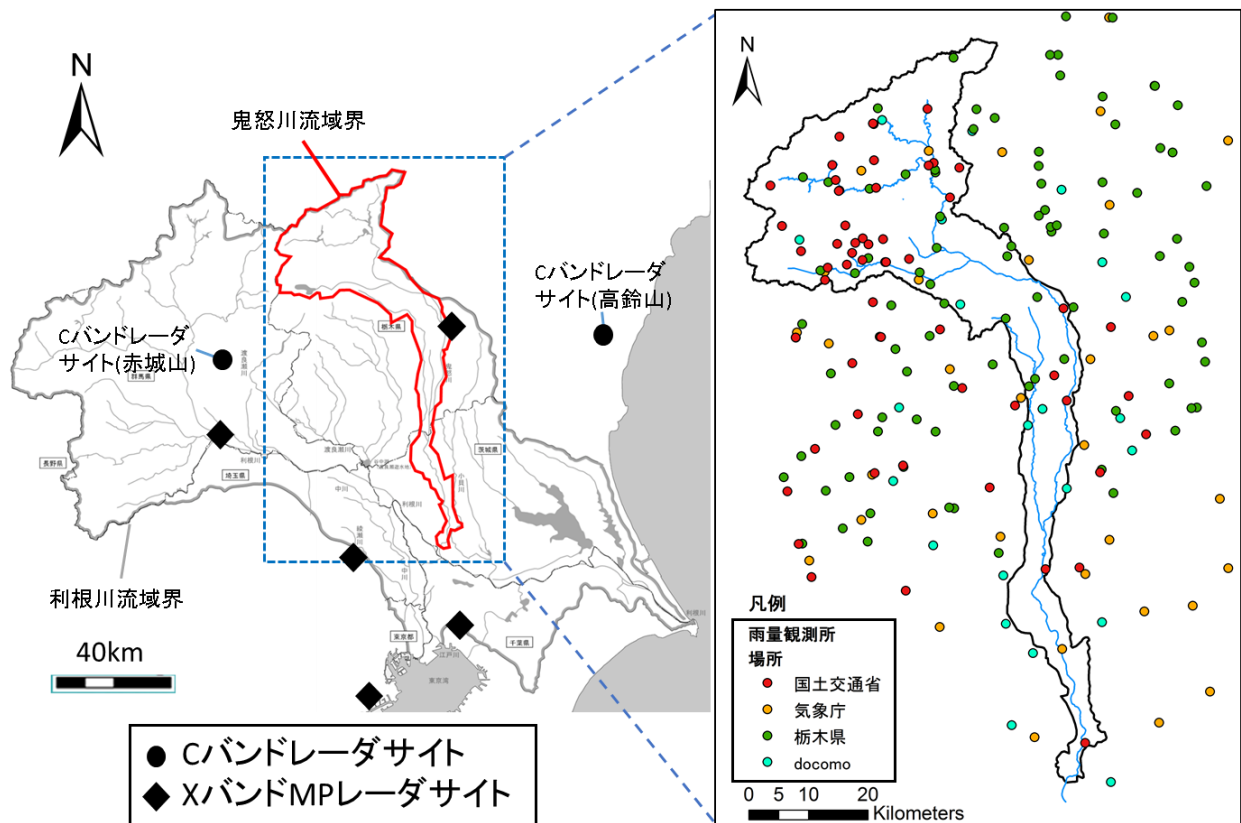


図-1 鬼怒川流域図とレーダサイト及び鬼怒川流域周辺の地上雨量観測所の空間分布

(2) 対象流域の概要

利根川水系鬼怒川は栃木県日光市鬼怒沼を水源とし、栃木県から茨城県にかけて流れ茨城県守谷市にて利根川と合流する一級河川であり、幹川流路延長：177km、流域面積：1,760km²、流域内人口：約55万人である。図-1に鬼怒川の流域図を示す。

3. 解析データについて

(1) 地上雨量について

本稿の解析に用いた地上雨量は鬼怒川流域とその周辺に存在する221地点（国土交通省：57地点、気象庁：40地点、栃木県：102地点、(株)NTTドコモ：22地点）の地上雨量観測所での観測値を用いた。解析に用いた地上雨量観測所の空間分布を図-1に示す。

(2) レーダ雨量について

本稿の解析に用いたCバンドレーダによる観測雨量は、その降水量推定値に、地上雨量観測所の観測データによる補正を加えた合成処理データを用いた。XバンドMPレーダによる観測雨量はXRAIN（XバンドMPレーダによる観測網）の関東地方における合成処理データを用いた。鬼怒川流域の周辺にあるC

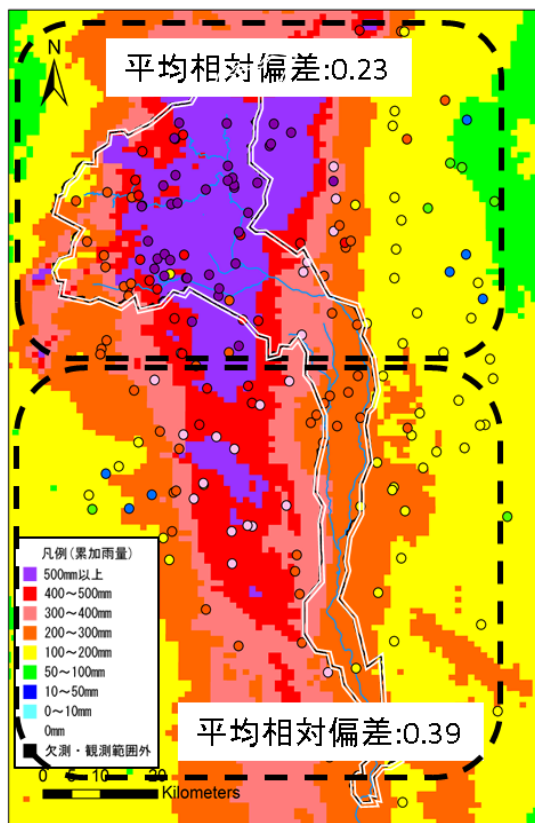
バンドレーダとXバンドMPレーダの観測サイトを図-1中に示す。

4. 地上雨量とレーダ雨量による累積雨量の比較

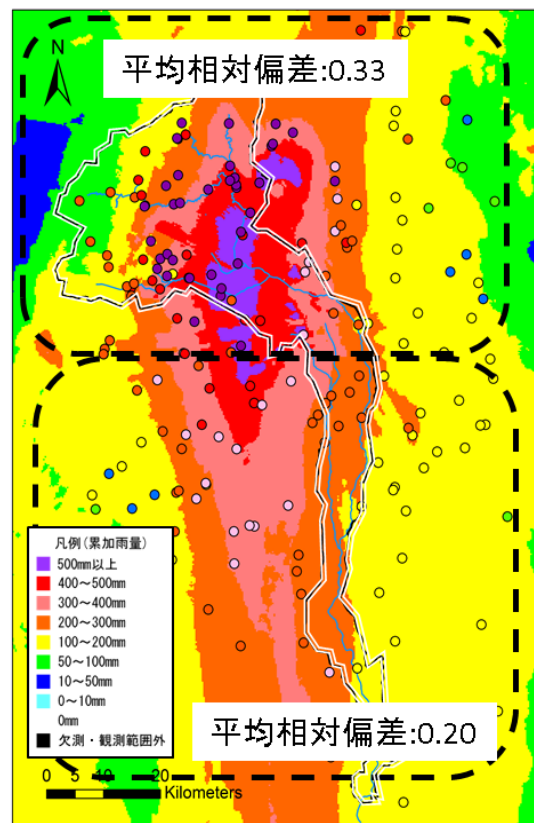
平成27年9月関東・東北豪雨災害時における鬼怒川流域とその周辺の累積2日雨量について、地上雨量とレーダ雨量の比較を行った。地上雨量計とレーダによって観測された累積2日雨量の空間分布を図-2に示す。定量的な比較を行うために(1)式に示す相対偏差RDを用いる。

$$RD = \frac{|R_{\text{radar}} - R_{\text{ground}}|}{R_{\text{ground}}} \quad (1)$$

ここで R_{ground} ：地上雨量計で観測された累積2日雨量、 R_{radar} ：レーダで観測された累積2日雨量である。(1)式によって算出した鬼怒川上流域・下流域の平均相対偏差を図-2中に示す。本豪雨時において鬼怒川上流域ではCバンドレーダによる累積2日雨量の平均相対偏差が0.23（XRAIN：0.33）で小さく、下流域ではXRAINによる累積2日雨量の相対偏差が0.20（Cバンドレーダ：0.39）で小さいことが分かる。時空間解像度の高いXRAINの観測値が鬼怒川上流域で、地上雨量計との相対偏差が大きくなった



(a) Cバンドレーダと地上雨量計による
累積2日雨量の空間分布と
上・下流域の平均相対偏差



(b) XRAIN と地上雨量計による
累積2日雨量の空間分布と
上・下流域の平均相対偏差

図-2 地上雨量計とレーダにより観測された累積2日雨量の空間分布と鬼怒川上・下流域の平均相対偏差

要因として、鬼怒川上流域が定量観測範囲のギリギリに位置していることや強雨による電波の減衰が考えられる。また、大きな累積2日雨量を観測した範囲がCバンドレーダによる観測値の方がXRAINの観測値よりも広範囲であることが分かる。

5. まとめ

本報告では平成27年9月関東・東北豪雨災害時における鬼怒川流域とその周辺の累積2日雨量について地上雨量とレーダ雨量による観測値の相対偏差を分析した。その結果、鬼怒川上流域ではCバンドレーダによる累積2日雨量の相対偏差が小さく、下流域ではXRAINによる累積2日雨量の相対偏差が小さいことが分かった。時空間解像度の高いXRAINの観測値が鬼怒川上流域で、地上雨量計との相対偏差が大きくなった要因として、鬼怒川上流域が定量観測範囲のギリギリに位置していることや強雨による電波の減衰が考えられる。また、XRAINの定量観測範囲内と考えられる鬼怒川下流域では地上雨量計とのキャリブレーションを行わないXRAINの観測値がCバンドレーダよりも地上雨量観測値との相対偏差が小さく、精度の高い観測値が得られていると

考えられる。今後は、地上雨量データを用いた補正を行わずとも精度の良い観測ができ、かつ電波の減衰が少なく広範囲を観測できるCバンドMPレーダ⁴⁾を用いた解析を行う予定である。

謝辞：本報告の一部は、文部科学省科学技術研究費補助金（基盤A，課題番号26249072）の支援を受けて実施された。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 吉野文雄：レーダ水文学，pp. 65-83, 森北出版，2002.
- 2) 山田正，日比野忠史，中津川誠，藤沢充哲，森永博史：レーダ雨量計情報の動画像解析による降雨予測手法の提案と流域平均降雨量の推定法に関する研究，土木学会論文集，Vol. 558/II-38，pp. 13-30，1997.
- 3) 国土交通省関東地方整備局：『平成27年9月関東・東北豪雨』に係る洪水被害及び復旧状況等について，2015.
- 4) 川崎将生，土屋修一：CバンドレーダのMP化によるレーダ雨量情報の高度化，国総研レポート2014，p. 56，2014.