

警戒レベル 4, 5 相当雨量を活用した局地的大雨発生下の洪水予測法の検討

東京理科大学大学院 学生会員 ○谷口颯, 伊藤毅彦, 正会員 柏田仁, 二瓶泰雄

1. はじめに

近年、短時間かつ局地的な大雨（ゲリラ豪雨）による災害が発生している。2022 年 7 月には、埼玉県鳩山町等に記録的短時間大雨情報が計 9 回発令され、同町を流れる鳩川周辺で浸水被害が多数報告されると共に、荒川流域内でも氾濫危険水位を超過する水位観測所も見られた（以下、2022 年埼玉大雨と称す）。この災害対策として、ソフト面では、豪雨・洪水予測が重要な柱の一つとなる。後者の洪水予測としては、実績・予測降雨を入力し、物理水文モデルを用いて河川流量・水位を予測するものが主流である^{1), 2)}。これらはいずれも降雨予測と流出予測の不確実性を有しているが、不確実性を減らすためにも降雨データのみで洪水予測を行うことも有望な手法の一つである。その一つとして、伊藤ら³⁾では、河川水位が氾濫危険水位や計画高水位に到達する雨量（警戒レベル 4, 5 相当雨量、以下、Lv4, Lv5 雨量と称す）と水系全体の実績・予測雨量を用いて、全国 109 水系の洪水予測（氾濫危険確率）を実施し、リードタイムを含めて有効性を示した（従来法）。ここでは、Lv4 雨量算定に 24h 雨量を採用し、水系で複数の水位観測所毎の結果から一つの Lv4 雨量を求め、水系全体の氾濫危険確率を提示した。しかしながら、水系全体を対象とする従来法ではそのまま短時間・局地的大雨に適用できず、対象とする降雨継続時間や予測対象エリアの高分解能化が必要不可欠である。

本研究では、従来法を発展させ、Lv4, 5 雨量を活用した局地的大雨発生下の洪水予測法の検討を目的とする。ここでは、2022 年埼玉大雨鳩川氾濫を対象に、どの程度のリードタイムを保って洪水予測ができたかについて検証する。

2. 研究方法

(1) 洪水予測法の改良点：局地的大雨の洪水予測に当たり、Lv4, 5 雨量の時空間解像度を変える。本手法の改良点は、①Lv4, 5 雨量を水位観測所毎に算出する、②対象降雨継続時間は 24h に 3, 6, 12h も加える、③予測雨量 MEPS（Meso-Ensemble Prediction System）の出力に合わせた 6h 毎の実績・予測雨量の算出を改め、解析雨量の時間解像度である 0.5h 毎に変更する、の 3 点である。①と②に関しては、各水位観測所における最大降水量とピーク水位を洪水イベント毎にまとめ、各降雨継続時間の Lv4, Lv5 雨量を求める。③では、解析雨量の更新に合わせて、MEPS の予測値と解析雨量の実績値を用いて、30 分毎の各継続時間の雨量最大値を算出する。なお算出方法の詳細は、従来法の 24h 雨量と同じである。

(2) 鳩川氾濫の概要と本手法の適用：鳩川は荒川流域の中央部に位置し、越辺川の支川である（図 1）。流域面積は 20.3km²、流路延長は 7.3km である。2022 年埼玉大雨では、荒川流域平均ではピーク時間雨量 15.8mm、総雨量 89.5mm であったが、鳩川流域平均では、ピーク時間雨量 80.8mm、総雨量 343.9mm であり、鳩川周辺の局地的大雨であったことが分かる。また鳩川周辺では 0.39km² の浸水が発生し、車流失や避難遅れが発生した（詳細は省略）。

本手法の洪水予測を行う上では Lv4, Lv5 雨量が必要となるが、鳩川には水位観測所がないため Lv4, Lv5 雨量を設定できない。そのため、荒川最大の支川の入間川流域の水位観測所における Lv4, Lv5 雨量を求め、その結果を活用して鳩川の Lv4, Lv5 雨量を与える。

3. 結果と考察

(1) 異なる時間雨量の Lv4, 5 雨量：図 2 は、Lv4, 5 雨量の一例として、都幾川・野本水位観測所における結果を示す。



図 1 荒川流域の水位観測所

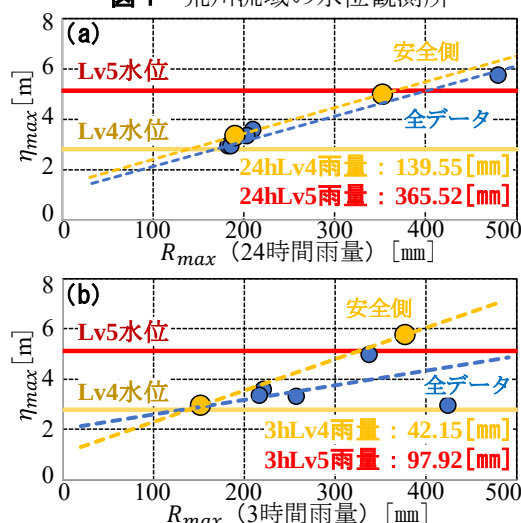


図 2 野本 Lv4 雨量の算出結果
(a) 24h, (b) 3h

キーワード：洪水予測, Lv4 雨量, 2022 年埼玉大雨

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 東京理科大学 5 号館 3 階水理研究室 TEL：04-7124-1501（内線 4069）

これより、24h 雨量ではLv4 ,Lv5 雨量は 140, 366mm であるが、3h 雨量Lv4, Lv5 雨量は 42, 98 mmとなった。このように、24h 雨量と同様に他の時間雨量でも相関関係は大きく変わっていない。

(2) 未計測エリアのLv4, 5 雨量設定：氾濫危険水位の設定が無い水位観測所もしくは鳩川のように水位観測所すらない河川流域におけるLv4 設定を行うために、入間川流域 6 観測所における 3h 雨量のLv4 雨量と集水面積の相関図を図 3 に示す。これより、Lv4 雨量と集水面積は正の相関関係が見られるが、その相関性は小さい。一方、観測地点間のLv4 雨量の差異が小さいことが伺える。そのため、6 地点のLv4, 5 雨量の算術平均値（それぞれ 70.1, 104.8mm）を、鳩川を含む未計測エリアのLv4, 5 雨量とした。

(3) 鳩川流域の氾濫危険確率予測：鳩川流域の洪水予測を行う前段階として、実績雨量を用いて、鳩川流域平均の各継続時間雨量の時間変化を図 4 に示す。ここでは、3, 6, 12, 24h 雨量の累積値と共に、各継続時間のLv4 雨量の到達時間を図示している。これより、17 時頃から降雨が増加しており、各継続時間のLv4 雨量を上回るのは、3, 6, 12, 24h でそれぞれ 18:00, 18:30, 19:00, 21:00 となった。実際の氾濫は約 19 時台から発生したことを考慮すると、12, 24h 雨量では実績雨量ですら、氾濫発生後にLv4 雨量を超えていたため、洪水予測には不適である。少しでもリードタイムを稼ぐ意味では、最も早くLv4 雨量を超えた 3h 雨量が適切であり、埼玉大雨のように局地的・短時間集中型大雨では、より小さな降雨継続時間が重要であることが示唆された。

そこで、以降はこの 3h 雨量を用いて洪水予測を行う。ここでは、30 分ごとの 3h 雨量の最大値を実績・予測降雨で求めた結果を図 5 に示す。予測開始時間として 18:00 と 18:30 を設定している。18:00 予測の場合には、18:00 の 3h 実績雨量が 72mm とLv4 雨量の 70.1mm を超えていて、氾濫危険確率は 100%となった。ただし、Lv5 雨量 (103mm) はどの予測値も超えていない。また、18:00 以前では予測雨量ではLv4 雨量を超えていなかった(図省略)。一方、18:30 予測では、全ケースがLv4 雨量を超えると共に、予測値の 76.1%がLv5 雨量を超えていることが分かる。以上より、Lv4 雨量を用いた洪水予測という意味では、18:00 時点が最も早く氾濫危険性を探知できた。

(4) 荒川水系における水位観測所毎のLv4 雨量と氾濫危険確率：鳩川の洪水予測に適した 3h 雨量と従来法の 24h 雨量を用いた洪水予測を荒川流域の全水位観測所(氾濫危険水位が設定されている観測所 9 地点のみを対象)について行った。7/12 21:00 時点における 3h, 24h 雨量による氾濫危険確率の予測結果を図 6 に示す。これより、3h 雨量では 4 箇所で氾濫危険性が予測され、実際に 2 か所(野本, 八幡橋観測所)で氾濫危険水位を超えた。一方 24h 雨量では一カ所のみ(野本)で氾濫危険性を探知でき、結果として空振りが生じた。また、荒川水系全体では 3, 24h 雨量共に氾濫危険確率は 0%であった。これより、24h ではなく短い降雨継続時間を用いることと、流域全体ではなく水位観測所毎にLv4 雨量を設定している本手法の有効性が確認された。

参考文献：1) 水害リスクライン, <https://frrl.river.go.jp/>. 2) 柿沼ら, 河川技術論文集, Vol. 28, 2022. 3) 伊藤ら, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol. 77, No. 2, 2021

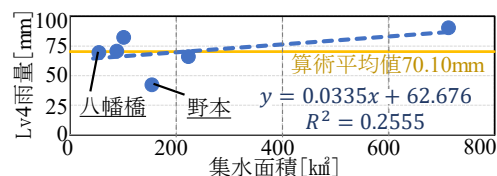


図 3 入間川流域のLv4 雨量と集水面積の相関図

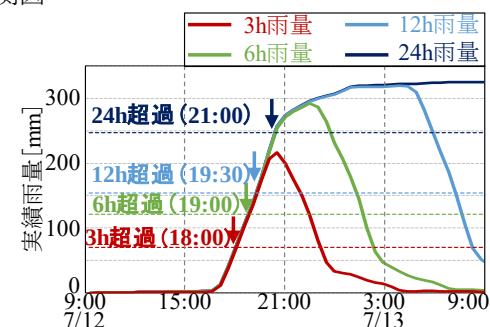


図 4 鳩川流域実績雨量とLv4 雨量超過時刻

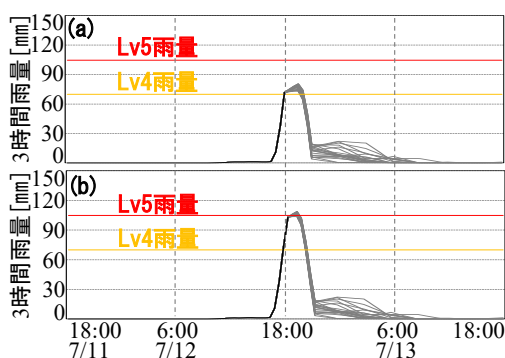


図 5 鳩川流域の予測結果
(a) 18:00, (b) 18:30

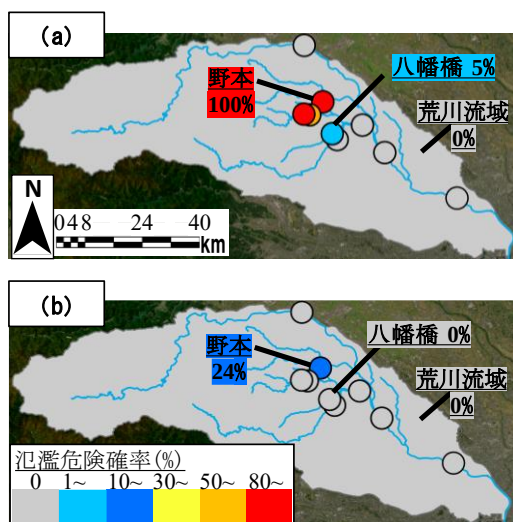


図 6 氾濫危険確率の結果 ((a) 3h, (b) 24h)