

2008年7月の都賀川水難事故における流出現象の再現と事故防止に関する考察

京都大学大学院工学研究科	正員	○ 立川康人
京都大学工学部地球工学科	非会員	江崎俊介
京都大学大学院工学研究科	正員	椎葉充晴
山梨大学大学院医学工学総合研究院	正員	市川 温

1. 目的 2008年7月28日の集中豪雨により神戸市灘区を流れる都賀川で急激な出水が発生し、河道内にいた5名の人命が失われた。本研究では今回の集中豪雨の頻度解析と流出解析を実施し、それをもとに事故を防止するための技術的課題と対策を考察する。

2. 降雨の頻度解析 図1に都賀川流域およびその周辺でもっとも降雨量の大きかった鶴甲地点での10分雨量を示す。最大10分雨量は24mm、最大60分雨量は44mmであった。これらの値を、長期間の10分雨量データがある神戸气象台、姫路气象台の観測データと比較した。10分雨量で今回の豪雨を評価すると、神戸で第3位、姫路では第1位に相当し、極めて大きな降雨であったことが分かる。これを1時間雨量で見ると、神戸では10位に入らず、姫路では8位であった。

次に神戸、姫路の各气象台の年最大10分雨量、年最大1時間雨量を用いて頻度解析を行い、今回の降雨が対応する再現期間を調べ

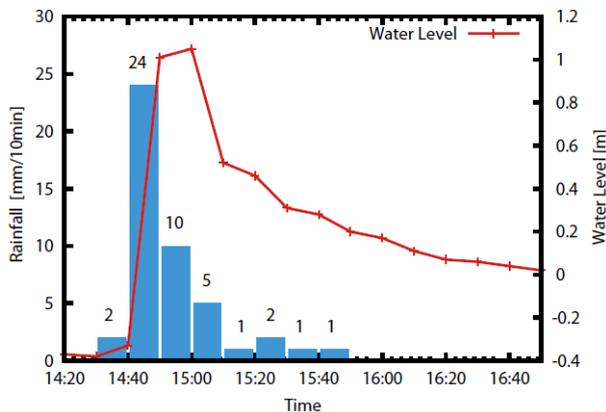


図1 鶴甲観測点での10分雨量の時間変化と甲橋地点での水位の時間変化

た。神戸气象台、姫路气象台とも1961年から2007年のデータを用いた。10分雨量の再現期間は神戸气象台で30年から50年、姫路气象台で80年から100年、1時間雨量の再現期間はどちらも5年から10年程度となった。この結果からも、今回の豪雨は1時間雨量で評価すればそれほど大きな雨量ではなかったが、10分雨量は稀な事象であったことがわかる。

3. 分布型流出モデルによる流出解析 都賀川流域(8.57km<sup>2</sup>)を対象として50m分解能の分布型流出モデル<sup>1)2)</sup>を構築し、流出の発生過程を分析した。流域地形は国土地理院が発行する数値地図50mメッシュ(標高)を用いて50mの空間分解能で斜面の流れ方向を一次元的に決定する。図2に都賀川の流域モデルを示す。河道の接続状況に応じてサブ流域を9つ設定した。このうち、サブ流域1,2,3,4は市街地であり、流域の約25%を占める。流域は矩形の斜面要素の集合体と、それが流出する河道網によって表現する。雨水流出の追跡計算には斜面部、河道部ともにキネマティックウェーブモデルを用いる。

斜面部の土層は、重力水が発生する大空隙部分と毛管移動水の流れの場合であるマトリックス部分から構成されると考える<sup>3)</sup>。マトリックス部の最大保水量を水深で表した値を $d_c$ 、重力水を含めて表層土壌中に保水し得る最大水深を $d_s$ と考え、市街地では $d_c$ 、 $d_s$ をともに0m、粗度係数を $0.06\text{ m}^{-1/3}\text{ s}$ と設定し地表流面型とした。山地域のパラメータはわが国の他の山地流域で適合するような代表的な値を設

キーワード：都賀川、水難事故、ゲリラ豪雨、分布型流出モデル、レーダー雨量  
住所：〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 C1

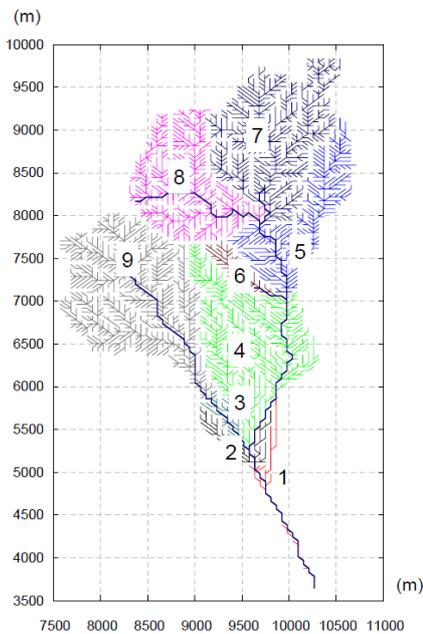


図 2 都賀川流域の流域モデル。サブ流域 1, 2, 3, 4 が住宅域でそれ以外は山地域

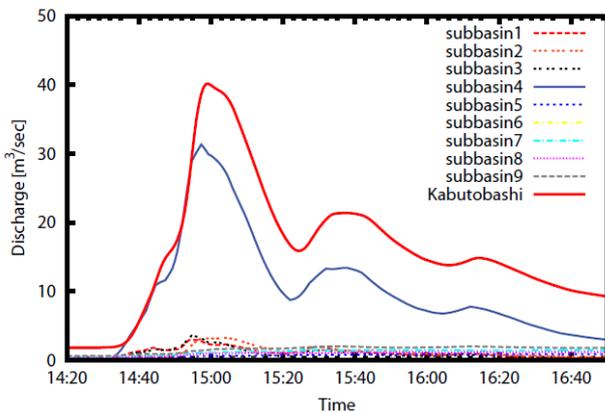


図 3 各サブ流域から河道への流出量

定した。流出解析の結果を図 3 に示す。計算した流量ハイドログラフは、ピーク流量の発生時刻を概ね再現している。このときの甲橋地点での河川流量は、藤田<sup>4)</sup>による表面流速の推定結果から 30 から 40 m<sup>3</sup>/s 程度と推定されており、この結果とも符合する。

都賀川流域では河川流・土石流をモニターするために、監視ビデオカメラが山地域の 3 箇所に設置されている。このビデオ画像によれば、山地からの流出量は極めて小さかったことがわかっている。また流出解析の結果でも図 3 に示すように雨水排水幹線が整備されているサブ流域 4 からの流出が支配的で、山

地からの流出はほとんどなかった。これは監視ビデオカメラによる観測結果と符合する。

4. まとめ 降雨の頻度解析の結果、今回の集中豪雨は 10 分雨量が極めて大きな降雨であることがわかった。また、観測と流出解析の結果、山地域にも相当の降雨があったにも関わらず、流域の 7 割以上を占める六甲山地からの流出はほとんどなく、急激な水位上昇をもたらした流出は市街地からの直接流出であることがわかった。事故防止のための技術的課題と対策を考察する。

- ・都市小流域の急激な流出を再現するためにはレーダー雨量と詳細な土地利用、地形を反映する分布型流出モデルの利用が有効である。
- ・豪雨があった場所の雨水流出によって水位が急上昇している。急激な水位上昇を防ぐためには、流域で対応しないと対処が難しい。
- ・空振りとなっても、注意報あるいは警報が発令されたら河川には近づかないなどを地域住民の共通認識とする必要がある。

謝辞：本研究は土木学会都賀川水難事故調査団による調査の一環として実施されたものである。国土交通省六甲砂防事務所、兵庫県、神戸市から水文データや地理情報の提供をいただいた。またデータ取得においては神戸大学大学院工学研究科の藤田一郎教授、宮本仁志准教授に多大な協力を頂いた。記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 市川 温, 村上将道, 立川康人, 椎葉充晴：流域地形の新たな数理表現形式に基づく流域流出系シミュレーションシステムの開発, 土木学会論文集, No. 691/II-57, pp. 43-52, 2001.
- 2) 椎葉充晴, 市川 温, 榊原哲由, 立川康人：河川流域地形の新しい数理表現形式, 土木学会論文集, No. 621/II-47, pp. 1-9, 1999.
- 3) 立川康人, 永谷 言, 寶 馨：飽和不飽和流れの機構を導入した流量流積関係式の開発, 水工学論文集, vol. 48, pp. 7-12, 2004.
- 4) 藤田一郎：都賀川水難事故調査について, 平成 20 年度河川災害に関するシンポジウム, pp. 1-7, 2009.