

京都大学大学院工学研究科	学生員	○田中智大
京都大学大学院工学研究科	正員	立川康人
京都大学大学院工学研究科	正員	市川 温
京都大学大学院工学研究科	正員	萬 和明

1 はじめに 現行の計画を超過する超過洪水に対して、流域の水災害によるリスクを評価し、リスク評価に基づいて対策を講じることが重要となる。リスク評価に際して、降雨量から浸水被害額を計算する場合、降雨量が同じであっても降雨の時間的・空間的分布が大きな不確実性をもつ¹⁾。降雨の時空間分布の違いは、流出量、ハイドログラフ、そして浸水深分布の違いをとおして浸水被害額に影響する。これらのプロセスの中で、降雨の時空間分布の不確実性がどのように伝播するのか、またはどの変数が浸水被害額に対して支配的であるかを分析することは、浸水リスク評価を行う上で有益な情報となる。

そこで本論では、京都府の一級河川由良川流域(1882km²)を対象とし、多数の実績降雨に対して同じ総降雨量から浸水被害額を計算する。そして、その過程で計算されるハイドログラフや浸水深分布を分析することで降雨の時空間分布が各変数と浸水被害額の関係に与える影響を評価した。

2 分析手法 本論では、同じ総降雨量を与えた場合に降雨の時空間分布の違いが浸水被害額に与える影響を評価するために、以下の手順で浸水被害額を計算する。

- 1) 様々な実績降雨の降雨パターンに対して、流域平均総降雨量がある値となるように降雨強度を引き伸ばす
- 2) 引き伸ばした降雨を降雨流出モデルに入力してハイドログラフを得る。
- 3) 得られたハイドログラフを氾濫モデルに入力して氾濫計算を行い、最大浸水深分布を得る。ただし、本論では外水氾濫を対象とし、河川からの越流によって生じる氾濫を計算する。
- 4) 流域の資産分布を用いて、最大浸水深から浸水被害額を計算する。

5) 得られた流域平均総降雨量と浸水被害額の間をプロットする。

6) 流域平均総降雨量を増加させ、1)~5)の手順を繰り返す。

これによって、各降雨パターンごとの流域平均総降雨量と浸水被害額の間を算出することが出来る。さらに、主要地点の洪水ピーク流量や総流出量、または氾濫量や氾濫面積等と浸水被害額の間をプロットすることで、各変数と浸水被害額との関係が降雨の時空間分布によってどの程度影響を受けるかについて調べる。

3 各変数と浸水被害額の関係 由良川流域を対象とし、流域最大の市街地である福知山市を含む下流域で氾濫計算を実施した。降雨パターンは国土交通省の地点雨量データを用い、1970年から2011年までの42年間の各年で年最大総降雨量をもたらしした降雨の時空間分布を用いた。降雨流出計算および氾濫計算は、田中ら²⁾が開発した降雨流出・氾濫一体型モデルを用いた。各降雨パターンに対して2.の1)~5)の作業を繰り返し、得られた総降雨量と浸水被害額の間を図1に示す。図1から、降雨パターンによって総降雨量と浸水被害額の間が大きく異なることがわかる。

次に、基準地点である福知山地点の洪水ピーク流量と浸水被害額の間を図2に示す。降雨量を洪水ピーク流量に変換することで、降雨パターンによる浸水被害額のばらつきが図1に比べて小さくなることがわかる。しかし、洪水ピーク流量に対する浸水被害額の傾きが非常に大きく、例えば洪水ピーク流量5000m³/sに対する被害額は降雨パターンによって最大4500億円程度異なっている。

このばらつきの原因を分析するために、同じ福知山地点の洪水ピーク流量6000m³/sに対して被害額が4609億円、1734億円となった2つの降雨パターンによるハイドログラフを図3に示す。それぞれ、1990年および2002年に年最大流域平均総降雨量ともたらしした

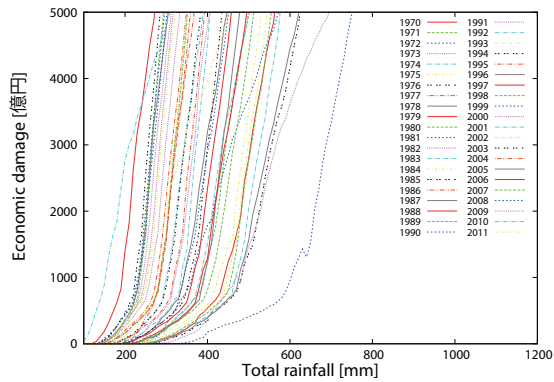


図 1 各降雨パターンでの総降雨量と浸水被害額の関係

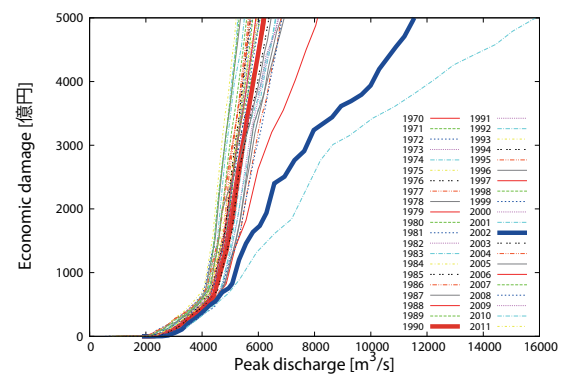


図 2 各降雨パターンでの福知山地点の洪水ピーク流量と浸水被害額の関係

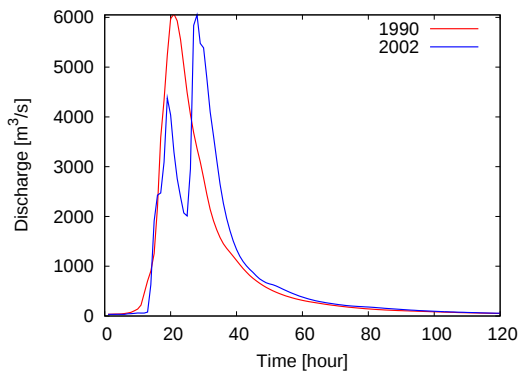


図 3 同じ洪水ピーク流量に対して浸水被害額が異なる 2 つの降雨パターンによるハイドログラフ (赤線: 1990 年の降雨パターン, 青線: 2002 年の降雨パターン)

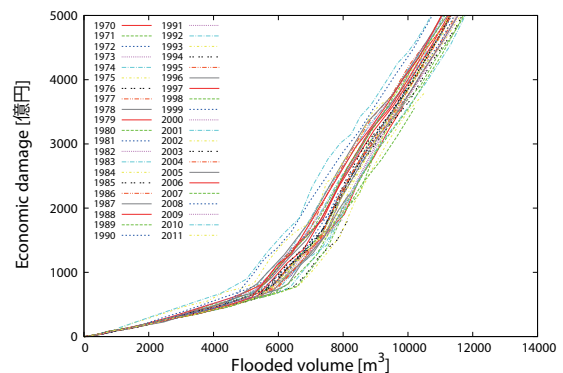


図 4 各降雨パターンでの最大氾濫量と浸水被害額の関係

降雨パターン (それぞれ図 2 中の赤い太線および青い太線) である。図 3 から明らかなように、2002 年の降雨パターン (青線) のハイドログラフは二山のグラフであることがわかる。したがって、後半のピーク時刻付近の総流出量が 1990 年の降雨パターンの総流出量に比べて小さくなり、氾濫量が小さくなったと考えられる。同じ洪水ピーク流量に対する被害額が小さい他の降雨パターンでも同様の傾向が見られた。他にも、ハイドログラフは一山であるが、ハイドログラフの立ち上がりが早く、同じ洪水ピーク流量に対する総流出量が小さい降雨パターンでは、氾濫量が少なくなるため、被害額が小さく推定された。このように、浸水被害額はハイドログラフの種々の性質によって、同じ洪水ピーク流量でも被害額が異なると考えられる。

最後に、氾濫モデルの各計算格子の最大浸水深に格子面積を掛け合わせた最大氾濫量と浸水被害額の関係を図 4 に示す。同じ最大氾濫量による浸水被害額は、

他の変数と比べてばらつきが小さく、最大でも 1000 億円程度の差となった。これは、氾濫量の増加に伴って浸水範囲が一様に拡大するためであると考えられ、降雨パターンによらず被害額が氾濫量によって推定可能であることを示唆している。

4 結論 由良川流域を対象に、降雨パターンが浸水被害額に与える影響を分析した。分析の結果、被害額は洪水ピーク流量だけでなくハイドログラフの種々の特徴によって決まることがわかった。また、降雨パターンの違いが氾濫量に集約され、氾濫量のみを用いた浸水リスク評価の可能性が示唆された。

参考文献

- 1) 田中智大, 立川康人, 萬和明: 降雨の時空間分布を考慮した浸水・氾濫に対する水害リスクカーブの作成, 土木学会論文集 (B1), 印刷中。
- 2) 田中智大, 立川康人, 萬和明: 分布型流出モデルをネスティングする流出・氾濫一体型モデルの構築, 土木学会論文集, B1(水工学), Vol. 70, No. 4, 2014。