

極端気象現象に伴う都市域における水害リスクの時空間分布評価法に関する基礎的検討

熊本大学 学生会員 ○山本智和、三島雅樹、宇土祐一； 正会員 藤見俊夫、山田文彦
シーバプランニング 平野徳和、後藤英仁

1. はじめに

我が国の最近30年間の日降水量で200mmを超える大雨の日数を20世紀初頭の30年間と比較すると、約1.5倍に増加している。それに伴い、短時間に集中して降る大雨と都市部における排水能力不足によって、都市型水害が大きな問題となっている。その事例として平成11年福岡市や平成12年名古屋市の豪雨被害が挙げられ、どちらも都市型水害の特徴である地下空間や建物の浸水被害が大きく、死者も出している。さらに、地球温暖化による台風や集中豪雨の増加傾向にあり、今後の都市型水害への対策が急務となっている¹⁾。

このような計画規模を越える豪雨の増加に対し、災害リスク管理において防災から減災への方向転換が進められている。そのなかで、特に都市域では水害による被害を減らすソフト対策だけでなく、排水能力を向上させるためのハード対策が必要となってくる。しかし、現状では水害リスクの評価についての検討が不十分であり、対策の有効性が十分には評価検討されていない。これらの原因の一つとして、“水害リスク”の定義が曖昧のままに扱われており、それぞれの地域が現状で保有する水害リスクレベルが不明確であることが一因と考えられる。従来、標準的なリスク指標である期待被害額によって水害リスクを表現してきたが、(発生確率) × (被害額) で水害リスクを評価することは妥当ではない^{1), 2)}。

そこで本研究では、ハードとソフト両面から短期流出現象の対策について検討を行うために、水害リスクの不確実性を考慮した評価手法の検討を行い、適切な事業計画を検討する手法を提案することを目的としている。今回はその初段階として、氾濫計算によって得られた浸水深データを基に水害リスクカーブ^{2), 3)}を算定後、水害リスクを時空間的に評価する方法を提案し、治水事業の費用対効果について定量的な評価を試みる。

水害リスクカーブとは、縦軸に超過確率、横軸に水害による被害額を示したものであり、対策前後での同一超過確率における被害額の変化を定量的に可視化可能な概念である(図-1)。現在水害リスクカーブの研究は始まったばかりであり、その定量的な評価手法は確立されていない。そこで、今回は Value at Risk (VaR) 指標を用いた定量的評価手法を提案する。VaR 指標とは、所与のリスク水準の予想最大被害額を示す指標である。この VaR を評価指標として用いることで、最大被害額とその生起確率のトレードオフを視野に入れながら、治水整備事業などを評価検討できると仮定して検討を行った。

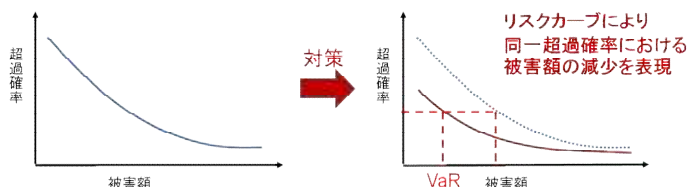


図-1 水害リスクカーブと Value at Risk の概念図

2. 水害リスクの不確実性

水害リスクには、われわれ人間が知識を得たりメカニズムを解明したりすることにより予測可能なリスクと、自然界のランダム性による予測不可能なリスクが存在する。このような水害リスクの不確実性に対し、Merz・Thieken(2010)³⁾は、種々の条件下の水害リスクカーブを描き、不確実性を考慮した解析法を提案した。

本研究では、水害リスクを超過確率と被害額によって表現し、排水路への流入流量、初期流量・水位、地形の粗度係数を変えて氾濫解析を行うことで水害リスクの不確実性を考慮する。また、それにより得た複数の水害リスクカーブの物理的・統計的な解釈について検討を行う。その後、VaR 指標を用いた水害リスクの時空間分布評価法の検討を行う。

3. 地下排水管を考慮した氾濫解析手法

本研究では、熊本市の浸水重点地区内で最も被害が大きい地区である若葉校区を対象とする。この地区は排水能力不足により内水氾濫が頻発する都市域であり、平成18年7月の大雨時には1時間あたり59mmの雨量で47.7haが冠水するという被害を出している。そのため、熊本市は平成22年度より下水道整備事業を計画している。これは地下排水管、分水施設、調整池を新設するもので、この事業により流下能力は21.6t、現排水路（同5.5t）と併せ、1時間あたり60mmの雨量に対応できるようになる(図-2)。この事業による効果を評価するために、まずは地下排水管を考慮した氾濫解析を行った。

都市域では道路や建築物など土地利用形態が複雑で、さらに今回は内水氾濫を対象としており、排水路を考慮するには計算格子幅を小さくする必要がある。そこで、従来の平面2次元洪水氾濫解析で用いられている直交（デカルト）格子によって、対象領域を2m格子で分割して氾濫解析を行うことにした。対象領域は縦1,700m、横950m、総格子数は402,900個である。氾濫解析には国土技術政策総合研究所が平成20年に開発したNILIM 2.0 都市域氾濫解析モデル⁴⁾を使用した。

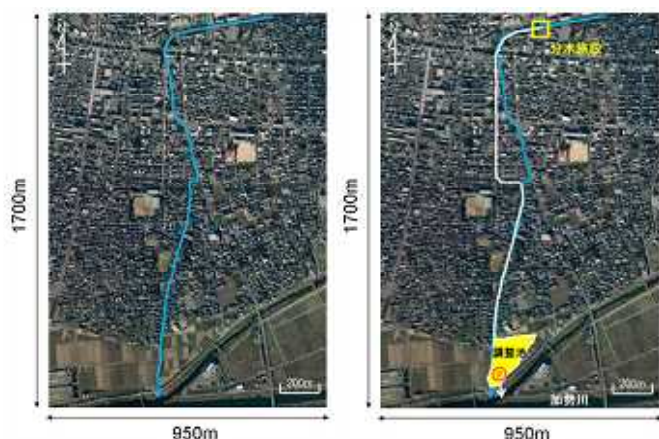


図-2 . 対象排水路の現状(左)と下水道整備事業後(右)

計算での氾濫形態は越流とし、排水路における流量の時系列は、対象排水区における合成合理式による流出計算を事前に行い算定した。氾濫計算では、計算開始とともに、排水路の上流端から流量の時系列を与えることで計算を行った。

まずは、計算精度の検証のため、流量、各地形の粗度係数を調整し、平成18年の降雨による実績水位を再現した(図-3)。次に、確率降雨強度式により算定した各確率年のハイト・ハイドログラフ(中央集中型、後方集中型)を参考に流量を与え、それぞれのケースについて計算を行った。また、この計算の際には初期流量・水位、粗度係数を変化させることで、水害リスクの不確実性を考慮する。今回はまず、水路の初期流量・水位と変化したケースについての検討を行った。検討したケースは確率年5、10、30、50、100、200年の計6ケースであり、それぞれに対し、初期流量・水位を変化させた。

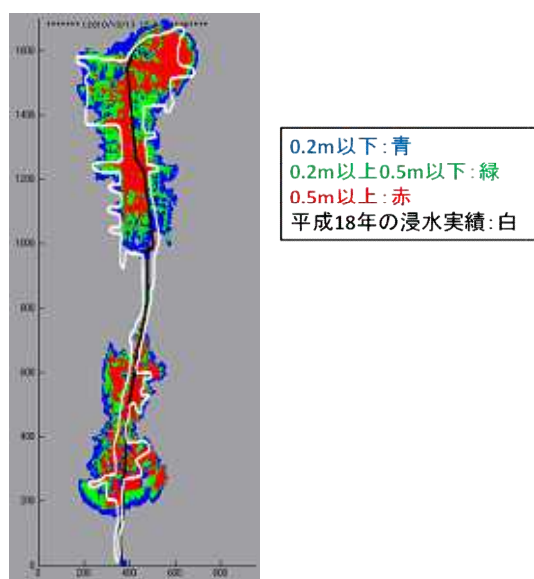


図-3 . 平成18年の降雨における実績水位の再現

4. 水害リスクカーブの算出

前章の計算により得た浸水深のデータによって被害額の算定を行い、その被害額を基に水害リスクカーブを算出する。なお、今回の被害額の算定には国土交通省が作成した治水経済評価マニュアル⁵⁾を用いる。水害リスクカーブは各ケースに対し不確実性を考慮しているため、複数本存在する。今回はVaR指標を用いた評価を試みるため、それらの平均値を計算し平均リスクカーブを求めた。この平均リスクカーブにより、下水道整備事業の事前・最中・事後のVaR指標の変化を時系列的に比較検討する。さらに、水害リスクの時空間分布を評価するために、地区内をいくつかの領域に分割し、それぞれリスクカーブを算出することで各領域における事業評価を行う。

今回はまず下水道整備事業前のリスクカーブの検討を行った。検討したケースについて、初期流量・水位の違いによって、それぞれ異なるリスクカーブが存在することが確認された。また、被害額算定手法による被害額の違いを考慮するため、異なる被害額算定手法の水害リスクカーブについても検討を行った。

5. おわりに

本研究では、極端気象現象における水害リスクの時空間分布評価法に関する基礎的研究についての検討を行った。今後は水害リスクの不確実性を考慮するために、より多くのケースの水害リスクカーブについて検討を行う。また、下水道整備事業にあわせて行っている地下排水管の模型実験によって算定する、地下排水管と地表面との氾濫水の流出・流入係数を氾濫解析に用いることで計算結果をより正確なものとしていく。最終的には、下水道整備事業の事前、最中、事後のVaR指標の変化によって事業評価手法の検討し、水害リスクの時空間分布評価法の提案を行う。

なお、紙面の都合上、氾濫解析や水害リスクカーブ、VaR指標による水害リスクの評価の結果等については、講演時に紹介する予定である。

参考文献

- 1) 熊本大学防災まちづくり研究会編、地域防災学入門、成文社、200 p, 2010.
- 2) 藤見ら、治水整備による水害リスクカーブの変遷に関する研究、土木計画学研究・論文集、27, pp.65-70, 2010.
- 3) Merz, B. and Thielen, A.H., Flood risk curves and uncertainty bounds, natural Hazard, 51, pp. 437-458, 2009.
- 4) <http://www.nilim.go.jp/lab/rcg/newhp/seika.files/nilim/index.html>
- 5) 国土交通省 河川局、治水経済評価マニュアル、112p, 2005.