

気候変動に伴う都市河川の洪水リスクの評価に関する研究

芝浦工業大学大学院 学生会員 ○山口 浩幸
芝浦工業大学工学部 正会員 守田 優

1. はじめに

気候変動に伴い、豪雨の発生頻度の増加や降雨量の変動の激化などが近年指摘されている。したがって、人口や資産、都市機能が集積した都市部では、浸水被害による損失は莫大になると考えられる。このような被害に対して効果的な治水計画を行うには、将来の気候変動に伴う洪水リスクの変化を定量的に評価することが必要である。

そこで本研究では、将来の気候変動をもとに確率年ごとの計画降雨を推定し、その計画降雨に対応した浸水被害について、GIS を援用した浸水氾濫モデルで浸水深を計算し、浸水被害算定モデルを用いて浸水被害額を求める。さらに、洪水リスクアナリシスを導入し、現在と将来の計画降雨に対する洪水リスクを算出し、比較・検討する。

2. 研究方法

(1) 気候変動による降雨特性の変化の推定

気候変動による将来の降雨特性の変化についての研究を参考にし、確率年が 2,3,5,15,30,50,70,100,150,200 年に対応する、将来の計画降雨強度曲線を作成した。以下にシナリオごとに参考にした文献、表 - 1 に作成した計画降雨の一部を示す。

シナリオ	題目	著者
A	集中豪雨と都市の水害	沖 大幹 ¹⁾
B	統計学的手法による地球温暖化にともなう降雨特性変化の推定	國友 優他 ²⁾
C	地球温暖化に伴う降雨特性の変化と洪水・渇水リスクの評価に関する研究	和田 一範他 ³⁾

(2) 浸水被害予測モデル

本研究では、対象流域を善福寺川と妙正寺川を含む高田馬場分水路までの神田川上・中流域とした。

浸水被害予測モデルは、河道からの浸水氾濫について二次元的に浸水深を計算する浸水氾濫モデルと、浸水深から浸水被害額を求める浸水被害算定モデルからなる。

浸水氾濫モデルは、有効降雨、下水道、河道、浸水氾濫の 4 つのモデルで構成し、基礎方程式は DiffusionWave 近似を用い、マニングの式を適用した。下水道、河道においては 1 次元拡散方程式、浸水氾濫においては 2 次元拡散方程式を使用した。

浸水氾濫モデルによって得られた浸水深は、GIS 上で作成した 50m×50m のメッシュ区画ごとに浸水深を反映させることで、図 - 1 の浸水氾濫図を作成した。

また、浸水被害算定モデルによる計算は「治水経済調査マニュアル」(建設省河川局、平成 12 年)に準じた方法で行った。図 - 2 に浸水被害予測モデルフローを示す。

表 - 1 シナリオごとの確率年別の計画降雨強度曲線

確率年(年)	現在	A	B	C-1	C-2
5	$\frac{1200}{T^{\frac{2}{3}} + 5.0}$	$\frac{1412}{T^{\frac{2}{3}} + 4.5}$	$\frac{1550}{T^{\frac{2}{3}} + 4.5}$	$\frac{1420}{T^{\frac{2}{3}} + 4.5}$	$\frac{1655}{T^{\frac{2}{3}} + 4.5}$
50	$\frac{1900}{T^{\frac{2}{3}} + 4.5}$	$\frac{2202}{T^{\frac{2}{3}} + 4.5}$	$\frac{2466}{T^{\frac{2}{3}} + 4.5}$	$\frac{2266}{T^{\frac{2}{3}} + 4.5}$	$\frac{2638}{T^{\frac{2}{3}} + 4.5}$
100	$\frac{2200}{T^{\frac{2}{3}} + 4.5}$	$\frac{2440}{T^{\frac{2}{3}} + 4.5}$	$\frac{2730}{T^{\frac{2}{3}} + 4.5}$	$\frac{2518}{T^{\frac{2}{3}} + 4.5}$	$\frac{2932}{T^{\frac{2}{3}} + 4.5}$
200	$\frac{2350}{T^{\frac{2}{3}} + 4.5}$	$\frac{2678}{T^{\frac{2}{3}} + 4.5}$	$\frac{3060}{T^{\frac{2}{3}} + 4.5}$	$\frac{2818}{T^{\frac{2}{3}} + 4.5}$	$\frac{3284}{T^{\frac{2}{3}} + 4.5}$

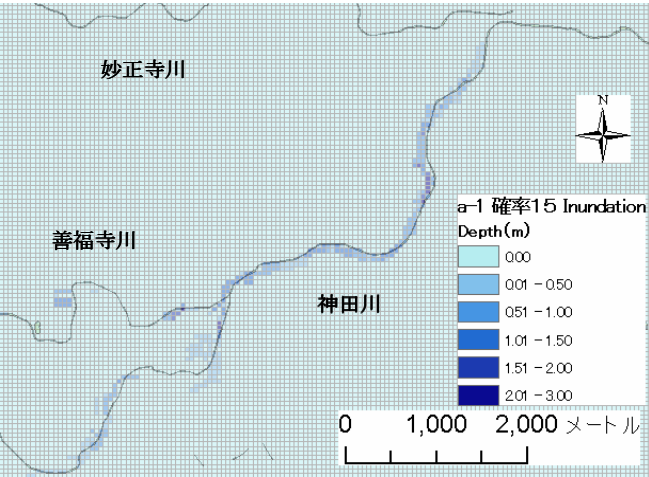


図 - 1 シナリオ A 15 年確率降雨量の浸水氾濫図

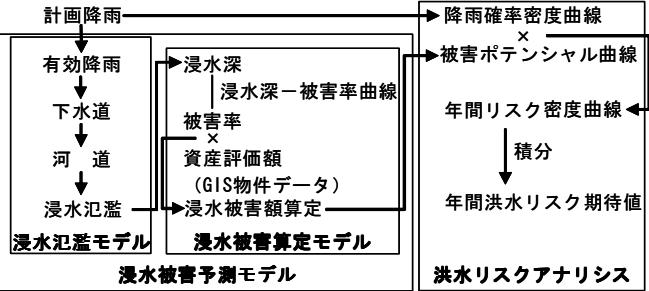


図 - 2 浸水被害予測モデルのフロー

キーワード 洪水流出解析, 都市河川, 気候変動, 被害額算定, 洪水リスクアナリシス

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 都市環境工学研究室 TEL 03-5859-8353

(3) 洪水リスクアナリシス

本研究における“洪水リスク”とは、洪水被害ポテンシャルとその生起確率の積を意味する。洪水被害ポテンシャルの算出においては、浸水被害予測モデルを適用してさまざまな超過確率をもつ計画降雨による浸水被害を計算する。そして計画降雨ごとの被害額とその計画降雨の生起確率を乗じることによって、“洪水リスク”としての年間リスク密度曲線を求める。最後にその年間リスク密度曲線から、将来の洪水リスク（リスクの期待値）を算出する。

3. 解析結果と考察

(1) 確率密度と被害ポテンシャル

図-3に降雨確率密度曲線と被害ポテンシャル曲線を示した。後者においてはリターンピリオドがシナリオ0（現在）では50年、シナリオA,C-1は30年、シナリオB,C-2は15年で総被害額の急増がみられた。つまり、表-1に示した計画降雨の大きさに比例して、洪水被害ポテンシャルが大きくなるとともに、小さいリターンピリオドで総被害額が急増することがいえる。

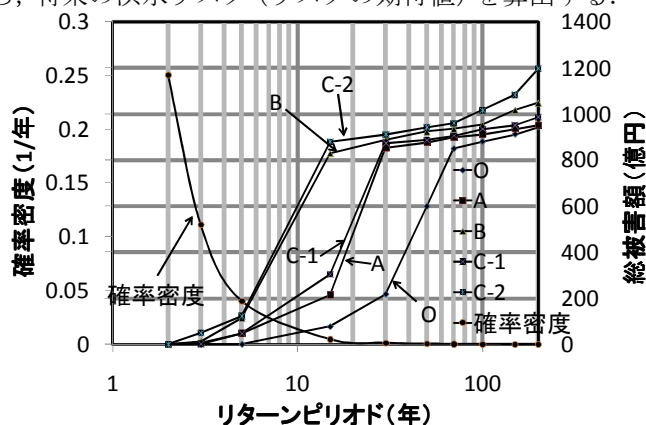


図-3 降雨確率密度・被害ポテンシャル曲線

(2) 洪水リスク密度

図-4に示した年間リスク密度曲線において、リターンピリオドがシナリオ0では50年、シナリオAでは30年、シナリオB,C-1,C-2では15年でリスク密度のピークが確認できる。さらに、大体のシナリオで、被害額が急増するリターンピリオドでリスク密度のピークとなることがいえる。また、シナリオB,C-2のピーク値が高いのは、確率密度が大きいリターンピリオド15年で総被害額が急増したためだと考えられる。

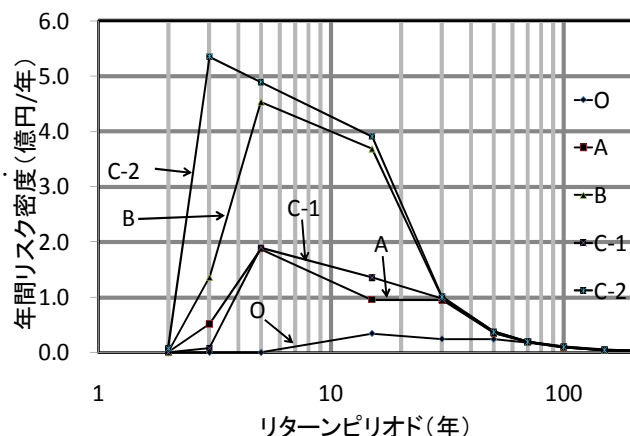


図-4 年間リスク密度曲線

(3) 洪水リスクの評価

図-5に示した気候変動のシナリオによる洪水リスクの増加は、図-4に示したシナリオA,B,Cの年間リスク密度曲線をそれぞれ積分した値と、現在に相当するシナリオ0のリスク密度曲線を積分した値の差である。つまり、将来の洪水リスクの増大を意味する。気候変動のシナリオにもよるが、年間30～100億円のリスク増加となることが明らかになった。また、シナリオB,C-2のリスクの増大が顕著であるが、これは年間リスク密度曲線のピーク値が高いためである。

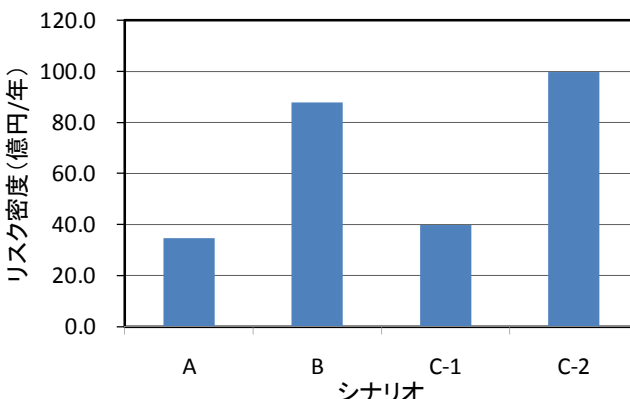


図-5 気候変動のシナリオによる洪水リスクの増加

本研究では、想定される気候変動のシナリオにおいて、将来の洪水リスクが増大することが確認できた。ただ本研究では、気候変動のシナリオにおいて、既存の研究から、日雨量とリターンピリオドの関係をもとに計画降雨強度式を作成した。今後は、時間雨量に関する気候変動の予測にもとづく計画降雨強度式の作成が必要となろう。謝辞: 本研究の遂行にあたり、芝浦工業大学工学部土木工学科 2008 年度卒業生の青木脩君、岡靖士君、柴田真吾君、高橋浩史君から多大な協力を得ました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 沖大幹: 集中豪雨と都市の水害, 水循環 - 貯留と浸透 -, Vol.61, pp5-9, 2006
- 2) 國友優, 寺田秀樹, 柳原幸希, 辻本浩史: 統計学的手法による地球温暖化にともなう降雨特性変化の推定, 砂防学会研究発表概要集, pp200-201, 2003
- 3) 和田一範, 村瀬勝彦, 富沢洋介: 地球温暖化に伴う降雨特性の変化と洪水・渇水リスクの評価に関する研究, 土木学会論文集, No.796/II-72, pp23-37, 2005