

都市部内水氾濫危険度マップの作成と確率降雨量の応用

○東京都職員 彦坂勇次 中央大学 正会員 吉岡由希子 中央大学 正会員 佐藤尚次

1.はじめに

近年、河川・下水道の整備基準とされている時間 50 mmを超える雨は増加傾向にあり、特に短時間に急激に降る雷雨性豪雨が頻発し、浸水被害が発生している。

東京都の雨水処理シナリオ¹⁾として河川の流下能力超過を極力避けるため、下水道での貯留、内水氾濫によるリスク拡散を想定している。本研究は、東京の降雨特性を把握し、自助を促すことで被害を軽減するために、地域の地形・降雨条件と確率降雨量を考慮し、GIS上で下水管配置情報を表現して内水氾濫危険度マップ作成することを目的としている。

2.東京都降雨偏在性

東京都降雨データ(1987～2006)を用いて過去 20 年間で時間 50 mm降雨の発生回数を調べることで、東京都の降雨特性を把握する。集計した結果を GIS を用いて可視化した図を図-1 に示す。図-1 から、神田川や石神川の上流部にある杉並区・中野区・練馬などの区部北西部や福生などの多摩地域に集中する傾向あり、東京都降雨偏在性が確認できる。



図-1 東京都降雨偏在性

3.対象地域

内水氾濫危険度マップ作成する対象地域は、過去 10 年間で床上・床下の浸水被害の合計が最も多い杉並区として、確率降雨量を用いて浸水予想マップを作成した。対象河川は、平成 17 年 9 月の集中豪雨で氾濫した杉並区善福寺川（全長 10.5km）とする。

4.統計解析

確率降雨量の算定にあたり、まず対象地域周辺の年ごとの 1 時間最大の雨量データを整理した。1978 年から 2006 年までの東京都降雨データ²⁾を用いた。次にそのデータを用いて、確率分布あてはめを行い、再現期間 1 年・3 年・5 年・10 年・50 年の確率降雨量を算出し、適合度の評価を行った。

統計解析手法として極値統計解析を用いた。極値統計解析とは、数年に一度起こるか起きないかの稀な現象を取り扱うものであり、降水量・気温・風速などの極値は土木・建築の安全指標として用いられている。極値分布には I 型の Gumbel 分布（ $\xi=0$ ）、II 型の Frechet 分布（ $\xi>0$ ）、III 型の Weibull 分布（ $\xi<0$ ）があり、これらの 3 つのタイプの極値分布を一つにまとめたものが一般化極値分布（GEV 分布）である。

$$F(x) = \exp\left[-\left\{1 + \xi\left(\frac{x - \mu}{\sigma}\right)\right\}^{\frac{1}{\xi}}\right] \quad -\infty < x < \infty$$

4.適合度の評価

求めた確率降水量について、確率分布のあてはめの妥当性を判定する手法である最小二乗基準（SLSC）を用いて適合度評価³⁾を行った。SLSC ≤ 0.04 であれば良い適合度を示す。

$$SLSC = \frac{\sqrt{\xi^2 \min}}{|S_{0.99} - S_{0.01}|}$$

標準変量

[$S_{0.99}$ $S_{0.01}$ … 非超過確率 0.99 と 0.01 に対応する]

5.対象降雨の算定

極値分布 I 型・II 型・III 型についてそれぞれ確率統計解析を行った。その中から一番 SLSC の値が小さく、適合度の良い確率分布の確率年 1・3・5・10・50 年降雨量を表-1 に示す。観測地点によって適合度のばらつきが見られ、また確率年によっても降雨のばらつきが見られた。つまり、東京都降雨の偏在性の把握でも述べたが、確率統計解析からも時間降雨量の地域における偏在性が確認できた。また、再現期間が長くなるほどその傾向が強いことがわかる。このような傾向は短時間特有のもので、24 時間降雨にはこれほどはっきりとした違いは見られない。その確率降雨マップ図を図-2 に示す。本研究の浸水危険度マップで用いる対象降雨は、東京都の河川・下水道の整備基準となっている時間 50 mm降雨の近い値の確率年 5・10 年降雨とする。

表-1 確率年別時間降雨量

観測地点	SLSC	1年確率 (mm/h)	3年確率 (mm/h)	5年確率 (mm/h)	10年確率 (mm/h)	50年確率 (mm/h)
中野	0.031	16.7	44.3	53.6	65.3	91.2
久我山	0.046	16.9	44.6	53.9	65.5	91.3
高井戸	0.038	22.1	47.9	56.5	67.4	91.3
成田東	0.033	21.7	49.8	59.2	71.0	97.1
杉並	0.034	14.8	42.9	52.3	64.2	90.3
和田見橋	0.016	24.3	39.6	44.8	51.2	65.5
弥生町	0.026	26.9	49.1	56.5	65.9	86.5
石神井	0.047	18.1	40.0	47.3	56.5	76.8
長久保	0.036	18.3	40.6	48.1	57.6	78.3
田無	0.039	14.9	39.8	48.2	58.7	81.8
練馬	0.046	16.2	40.8	49.1	59.5	82.4

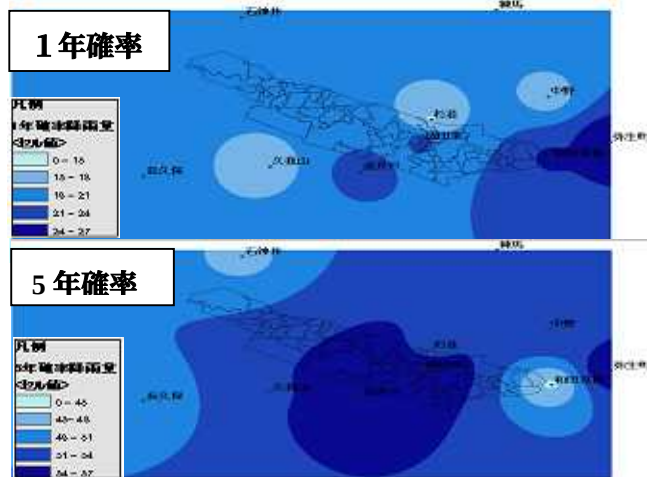


図-2 確率年降雨マップ

キーワード：内水氾濫・確率降雨量・GIS

連絡先：〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部土木工学科設計工学研究室 Tel:03-3817-1816

6. 生起確率年

SLSC の適合度がよかった確率分布を用いて、生起確率年を調べることで、その事象の再現期間を求める。本研究では過去 30 年と最近の 10 年の時間 50 mm 降雨の生起確率年を求め、その結果を表-2 に示す。表より対象地域周辺において、過去 30 年より最近 10 年間の方が生起確率年が短くなっていることが確認できた。つまり 50 mm 降雨の発生頻度が多くなっていることが確かめられた。

7. 内水氾濫危険地域の作成

都市部で起こる内水氾濫とは、下水処理能力を超える雨が降り、下水があふれて洪水にいたることである。洪水被害額においては、内水氾濫によるものが全国では約 50% だが、東京都では 80% を占め、河川・堤防の整備が進んだ都市部では、内水氾濫が新たな課題となっている。そこで、内水氾濫危険地域マップを作成することで、地域住民に川の周辺だけでなく、下水からの浸水被害を知ってもらい、自助を促すことで被害を軽減することが重要だと考えられる。

内水氾濫危険地域マップを作成するために、GIS を用いて水文解析を行った。図-3 に標高データから谷線を作成し、過去の内水氾濫地域と比較した図を示す。図-3 から過去の内水氾濫が谷線上にあることが確認でき、内水氾濫が標高の低い所で発生することがわかる。次に GIS 上で雨水ますを入力して、谷線と重なったエリアを内水氾濫危険地域とした。そして、作成した内水氾濫危険地域を過去の浸水地域・流出係数・流量により検討する。図-4 に下水管配置を考慮にいたした集水域を作成し、その集水域ごとに、GIS の土地利用区分を用いて流出係数⁴⁾を算出した図を示す。杉並区は、市街化率が非常に高く平均 0.8 を超える結果となった。そして図-4 から、流出係数 0.85 を超える集水域において過去浸水被害が発生していることが確認できた。また図-5 に確率統計解析によって求めた対象降雨を用いて、合理式により算出した流量図を示す。流量は集水域によって、かなりばらつきが見られたが、過去浸水被害があった集水域において大きい流量となった。そして、谷線・雨水ます・過去の内水氾濫地域・流出係数・流量によって内水氾濫危険地域 (553 地点)、内水氾濫高危険地域 (40 地点) を作成した。その結果を図-6 に示す。

8. おわりに

東京都降雨データを整理し、確率降雨量、生起確率年を算出することで、東京における豪雨の偏在性が確認でき、また時間 50 mm 降雨の発生頻度が高くなっていることが確認できた。そこで、一律時間 50 mm 降雨を整備基準とし、治水整備を行っていくことは大切だが、時間 50 mm 降雨の発生頻度が高くなっている地域や区部北西部や多摩西部などの地域では、事業の効率化・重点化を考慮に入れ、優先的かつ時間 75 mm 降雨を整備基準にすることも検討すべきと考えられる。

また、過去の内水氾濫地域が作成した谷線と一致していることが確認でき、本研究の内水氾濫危険地域の作成方法は簡易的ではあるが、都市域のどの地域でも適応可能であることがわかった。これにより、下水道による内水氾濫浸水危険情報の提供と治水整備の一

助となることが期待できると考えられる。

表-2 生起確率年

観測地点	観測年	時間50mm生起確率年	SLSC
杉並	1978～2006	4.38	0.033
	1997～2006	3.82	0.026
練馬	1978～2006	5.53	0.061
	1997～2006	2.67	0.045
高井戸	1991～2006	3.39	0.038
	1997～2006	2.58	0.027
和田見橋	1991～2006	8.13	0.020
	1997～2006	6.37	0.036

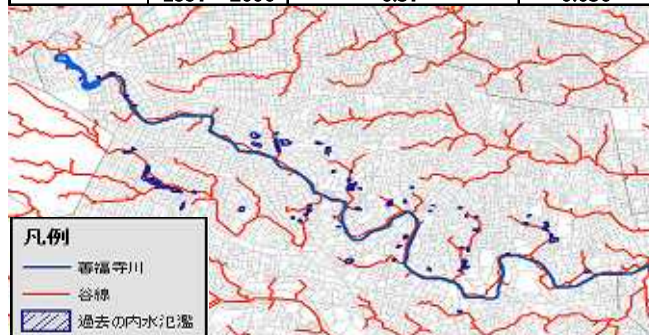


図-3 谷線と過去の内水氾濫地域

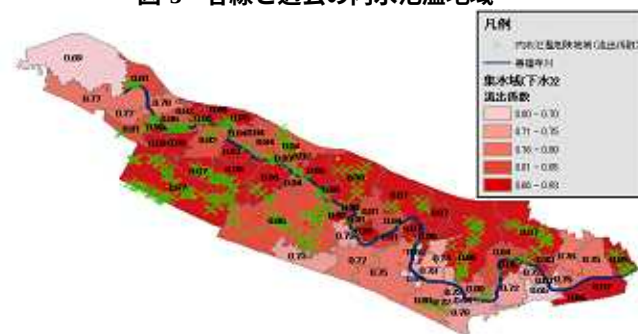


図-4 流出係数

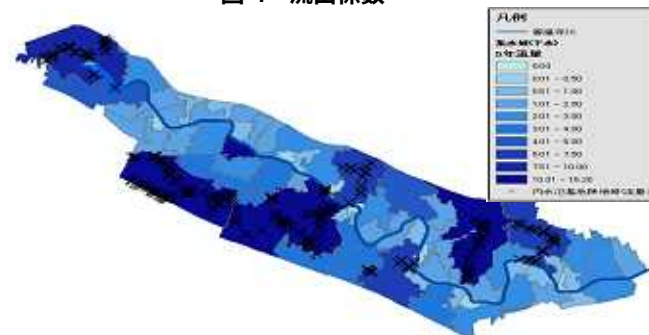


図-5 5年確率流量

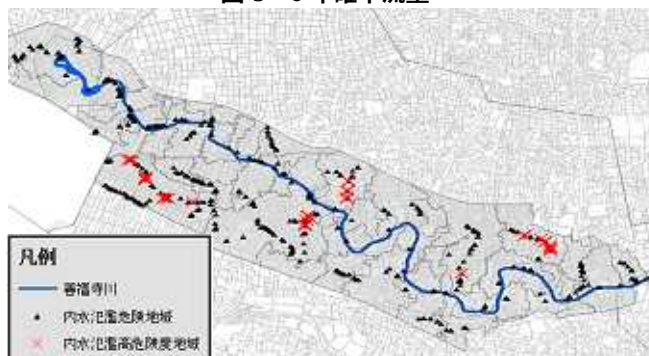


図-6 内水氾濫危険地域

<参考文献>

- 1) 東京都 東京都豪雨対策基本方針 2007
- 2) 東京都 雨量観測所データ (1978～2006)
- 3) 宝馨・高棹琢馬「水門頻度解析における確率分布モデルの評価規準」土木学会論文集 1988
- 4) 国土交通省 特定都市河川浸水被害対策法の概要 2004