

東京都水防災総合情報データに基づく降水の時空間分布特性

首都大学東京 都市基盤環境工学専攻 学生会員 ○荒川 大樹
 首都大学東京 都市基盤環境工学専攻 正会員 河村 明
 首都大学東京 都市基盤環境工学専攻 正会員 天口 英雄

1. はじめに

近年、グローバルスケールにおける大気海洋現象の変動により、世界各地で異常気象による災害が頻発傾向にあり、わが国においてもヒートアイランド現象や地球温暖化によると考えられる気候変動により集中豪雨や渇水が頻発している。これに伴い、東京都においても降水パターンや豪雨・少雨の変動特性など水文気象現象の解析が重要な課題となってきた。東京都内の中小河川においては、近年多発する集中豪雨や都市化の影響によりいわゆる「都市型水害」が毎年のように発生し、浸水被害も甚大なものとなっている。現在、市街化の進んだ都市域の中小河川では、流出実態に即した治水計画、洪水調節施設等の適正な管理、迅速・確実な水防活動等が必要であり、このためには狭い範囲での雨量の変動や分布の特性、それに伴う洪水流出特性の解明が望まれている。東京都の水防災総合情報システムにおいては、都内 117 地点で 1 分間隔の雨量観測を行っており、気象庁の雨量観測に比べ高密度かつ短時間間隔の情報を提供している。そこで本研究では、東京都水防災総合情報システムの雨量データを用い、東京都内の降水の時空間分布特性について検討を行うと共に、豪雨の時空間分布特性について解析することを目的としている。

2. 対象降水データおよびその精査

本研究の対象となるデータは、東京都水防災総合情報システム（以下、水防災システムと記す）の雨量データ（以下、水防災データと記す）における 1995 年から 2007 年までの 13 年分のデータであり、**図-1**に東京都の雨量観測点の所在地を示す。水防災システムの雨量観測の時間間隔は、1998 年以前は 10 分間隔、1999 年以降は現行の 1 分間隔となっており、1999 年以降のデータは 1 分値を累積することで 10 分値に換算した。次に、水防災システムの雨量観測点における 117 地点のうち観測開始年度やデータの質の観点から合計 109 観測点を抽出した。また、水防災システムは洪水時のデータ観測・収集・情報発信を目的としており、非洪水時に雨量計に水を注いで動作確認を行っているため、10 分間降水量が 10mm を超えるデータおよび連続 20 分間降水量が 10mm を超えるデータを対象に時空間的な降雨分布を基にその信頼性の精査を行った²⁾。そして、異常値と考えられるデータを抽出し、これらを欠測値とみなし以降の解析から除外した。

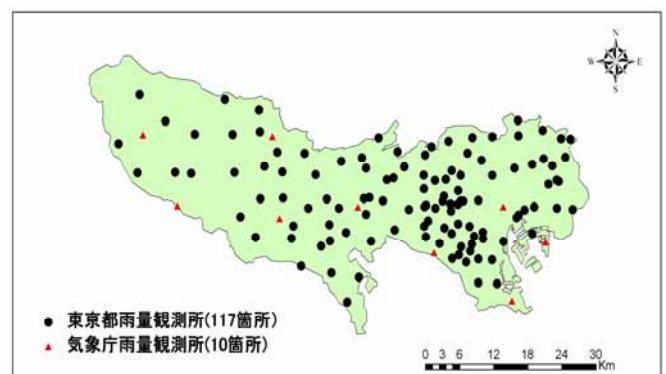


図-1 東京都雨量観測所

3. 基礎的統計特性

まず、10 分間降水量を累積することで、1 時間降水量および日降水量データを作成した。**表-1**に 10 分間降水量、1 時間降水量、日降水量の欠測率および無降雨率と観測点別の最大値および最小値を示し、括弧内は

キーワード 東京, 降水, 豪雨, 相関, 時空間分布

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1-1 首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 都市基盤環境工学専攻

E-mail : arakawa-hiroki@ed.tmu.ac.jp

観測点を示す。なお、1時間降水量は累積する10分間降水量に欠測がある場合は欠測、日降水量は10分間降水量の欠測が5%以上となるときに欠測として扱った。表-1より、欠測率は観測点毎にばらつきが大きく、全体では10分、1時間、日の順に、5.31%、5.39%、6.25%となっている。無降雨率は、日降水量について多少のばらつきがあり、全体では10分、1時間、日の順に、97.9%、93.9%、71.7%となっている。また、図-2に、気象庁東京管区气象台における年降水量と水防災データの欠測値を除いて累積した大手町近傍の年降水量の平均および大手町近傍且つ欠測の割合が低い「清澄」の累積年降水量の経年変化を示す。図-2より、水防災データは気象庁データの約9割と下回っており、これはデータの欠測の影響によるものと考えられる。

表-1 欠測率および無降雨率

		欠測率(%)	無降雨率(%)
10分間降水量	全体	5.31	97.9
	最小	1.70(中里)	97.5(御岳山)
	最大	19.7(経堂)	98.3(豊島)
1時間降水量	全体	5.39	93.9
	最小	1.78(中里)	92.8(御岳山)
	最大	19.8(経堂)	94.8(亀島川)
日降水量	全体	6.25	71.7
	最小	2.37(府中)	66.1(数馬)
	最大	21.0(経堂)	73.9(豊島)

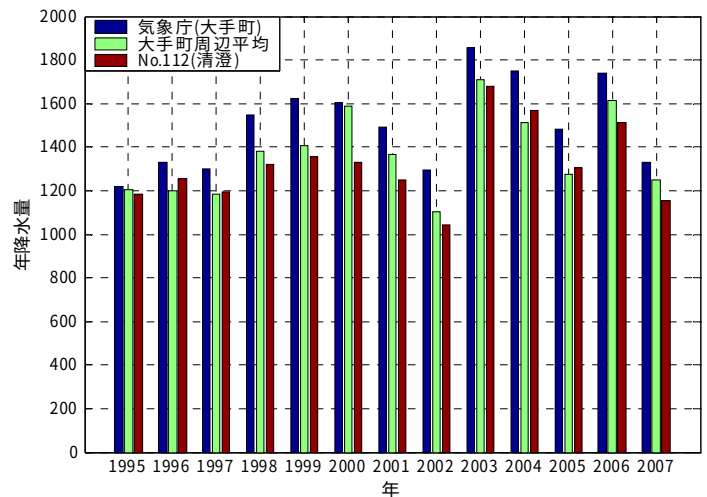


図-2 水防災データと気象庁データの年降水量比較

4. 降水の時空間分布特性

まず、降雨日に関して解析を行うことを念頭に、解析対象を日降水量が10mm以上の日と設定した。これは相関を求めるにあたり、無降雨事例が圧倒的に多く、全データを解析対象とすると無降雨事例が解析結果に大きく起因するためである。東京都を都区部（東京23区）、多摩北部、多摩南部、多摩西部の4地区に分類し、遅れ時間を10分から480分までとった場合の各地区の自己相関関数を図-3に示し、図-4に観測点別に自己相関係数が0.1を下回るまでの遅れ時間の分布を示す。図-4の地図上の色は青い箇所ほど相関が低下する時間が短く、赤くなるにつれ相関の低下する時間が長くなっている。図-3および図-4より、都区部では遅れ時間がおよそ230分で自己相関係数が0.1程度となる一方、多摩西部でのそれはおよそ400分となり、都区部では降雨の継続する時間が短く、多摩地区特に多摩西部では降雨の継続する時間が長くなっている。

次に、10分間降水量について時間を前後360分ずらした場合の観測点間の相互相関関数を求め、相関がピークとなる遅れ時間とその距離の関係につ

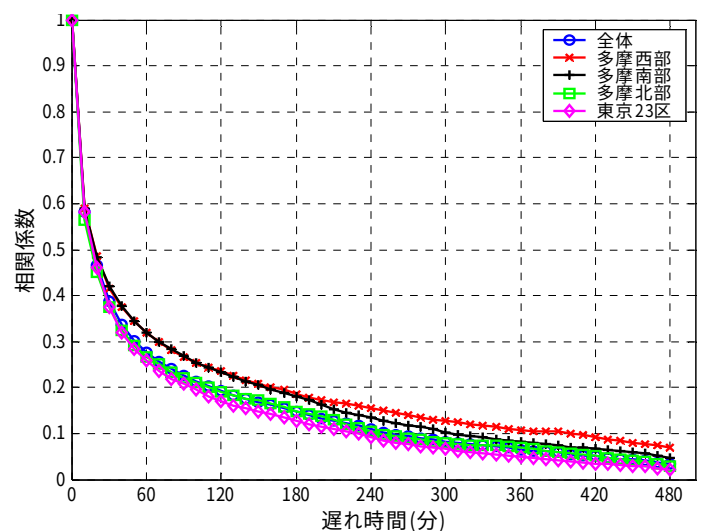


図-3 10分間降水量の地区別自己相関関数

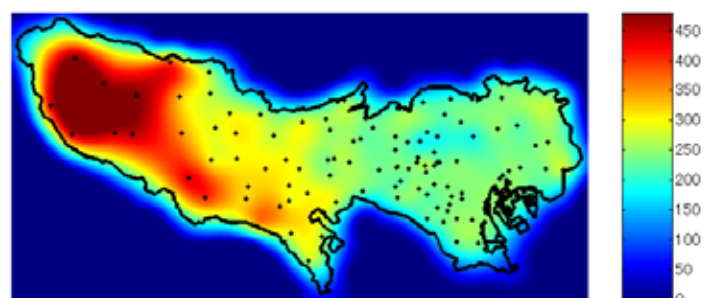


図-4 自己相関係数が0.1を下回るまでの遅れ時間の分布

いて検討を行った。図-5は、中央区の中央観測点における距離別の相互相関を示しているが、観測点毎に該当距離に分類される観測点の相互相関関数の平均として示しており、凡例における括弧内の数値はその距離の範囲に入る観測点数を示している。この図より、距離が5km未満の観測点との相関は、同時刻での相関が最も高く相互相関係数は0.7を超えているが、距離が離れるにつれその相関は低くなり、相関がピークとなる遅れ時間も負の方向に大きくなっている。すなわち中央観測点より以前の時刻との相関が最も高くなっている。

図-6(a)に中央観測点と他観測点との相関がピークとなる相互相関係数の分布、図-6(b)に相関がピークとなる遅れ時間の分布を示す。図-6(a)より、都区部との相関は高くなっているが、多摩地区との相関は低く、図-6(b)より、遅れ時間も20~90分となっており、ばらつきが大きくなっていることが分かる。

次に、全109観測点5,886通りの観測点の組み合わせに対し、観測点間の距離がある距離 ± 0.5 kmの1kmの範囲に含まれる組み合わせについて1kmずつずらしながら相関係数および遅れ時間の平均値を求めた結果を図-7に示す。図-7より、距離が離れるにつれその相関係数も指数関数的に小さくなっている。また、距離がおおよそ3kmまではピークの遅れ時間が0となり同時刻での相関が最も高くなる一方、距離がおおよそ3kmから33kmまではピークとなる遅れ時間が線形的に増加傾向を示し、以降は線形的な増加傾向にあるもののばらつきも徐々に大きくなっている。さらに、1時間降水量に関して10分間降水量と同様の解析を行った結果を図-8に示す。図-8より、図-7と比較すると距離に対する相関が高くなっているおり、距離がおおよそ16kmまではピークとなる遅れ時間がほぼ0となり同時刻での相関が最も高くなる一方、距離がおおよそ16kmから42kmまではピークとなる遅れ時間が線形的な増加傾向を示し、以降の遅れ時間の増加は鈍化している。

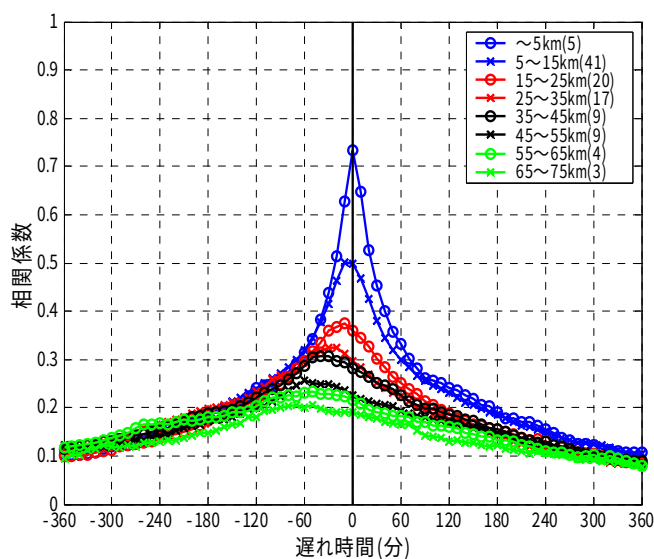


図-5 中央観測点の10分間降水量の相互相関関数

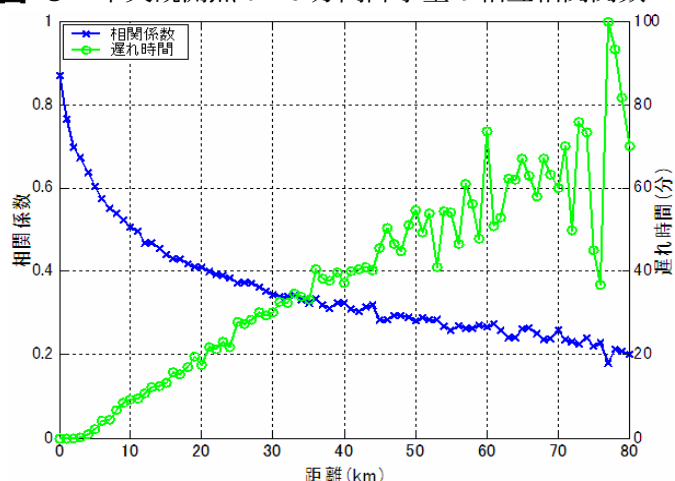


図-7 10分間降水量の相互相関関数

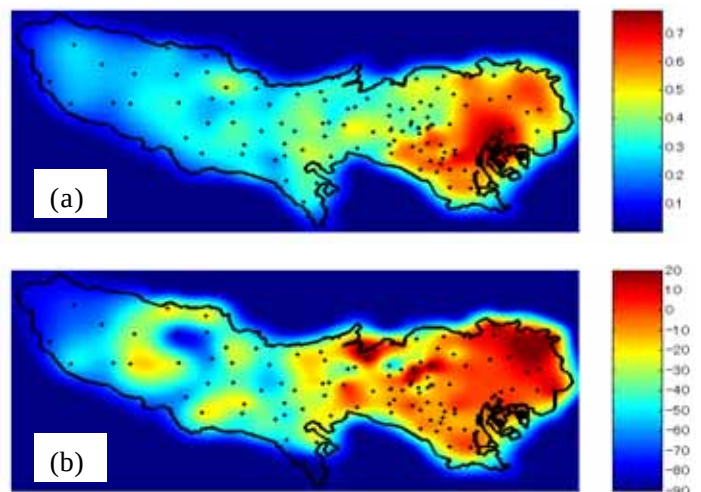


図-6 中央観測点との相関がピークとなるときの
(a)相互相関係数の分布、(b)遅れ時間の分布

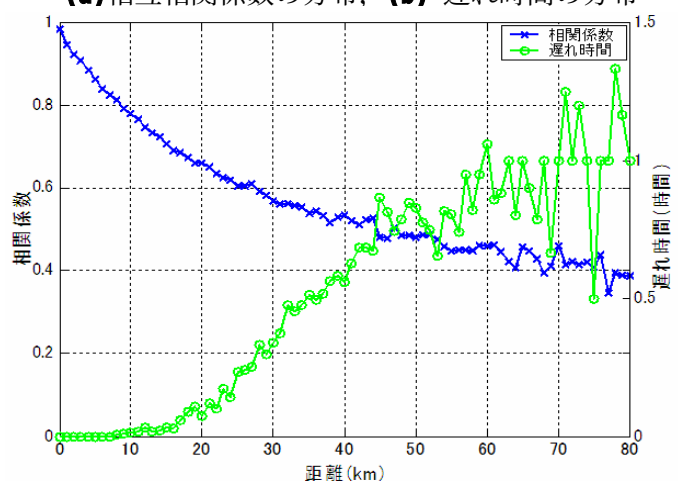


図-8 1時間降水量の相互相関関数

5. 豪雨の時空間分布特性

豪雨に関して解析を行うことを念頭に、いずれかの観測点において時間 50mm を超える期間の降水データを対象に、観測点間の相関がピークとなる遅れ時間およびその距離について検討を行った。図-9 に時間 50mm 以上の降雨の発生状況を示す。この図より、時間 50mm 以上の降雨は、都区部の北西部特に練馬区付近で 6～7 回と多く発生していることが分かる。次に、図-10 に時間 50mm を超える豪雨時の 10 分間降水量における観測点間の相関がピークとなる遅れ時間およびその距離との関係を示す。図-10 より、距離が 5km 未満の 2 地点においては距離が離れるにつれ相関が急激に低下し、5km 以上離れると距離が離れるにつれ相互相関係数は漸減傾向を示している。また、相関がピークとなる遅れ時間は距離が 7km までは急激に増加しているもののその後鈍化し、最終的に遅れ時間は 60 分弱となっている。さらに、図-11 に 1 時間降水量に関して同様の解析を行った結果を示す。この図より、図-10 とほぼ同様の傾向を示し、図-8 と比較すると降雨日の相関がピークとなるときの相互相関係数は、距離が 80km 程度と遠くなる 2 点においても 0.4 程度を保持していたが、豪雨時には距離が 3km 程度離れるだけで 0.4 を下回っている。以上の結果から、豪雨時の相関の範囲は非常に狭くなっていることが確認できる。

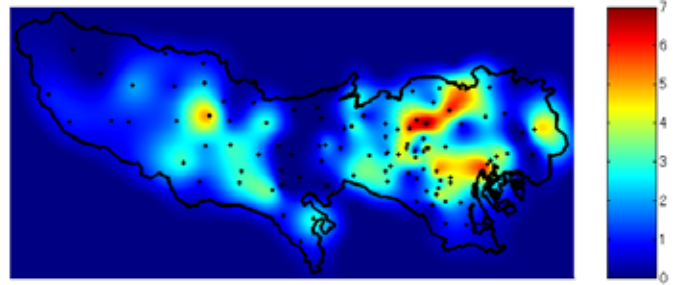


図-9 時間 50mm 以上の降雨の発生状況

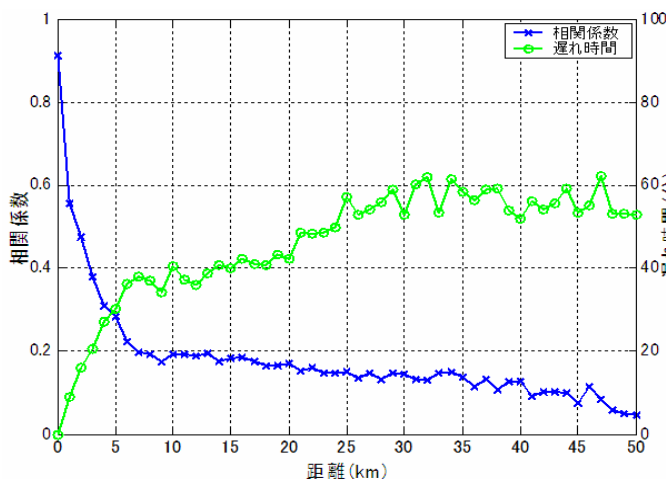


図-10 豪雨時の 10 分間降水量の相互相関関数

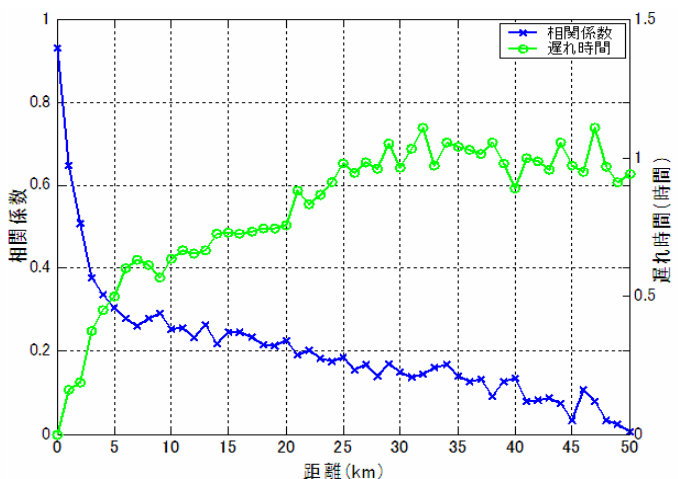


図-11 豪雨時の 1 時間降水量の相互相関関数

6. むすび

本研究では、東京都水防災総合情報システムの雨量データを用い、東京都内の降水および豪雨の時空間分布特性について検討を行った。まず、日降水量が 10mm 以上の降雨日の自己相関関数について解析した結果、都区部では降雨の継続する時間が短く、多摩地区特に多摩西部では降雨の継続する時間が長くなっていた。次に、時間 50mm を超える豪雨時の観測点間の相互相関関数を求め、相関がピークとなる遅れ時間とその距離の関係について検討を行った結果、距離が 5km 未満の 2 地点においては距離が離れるにつれ相関が急激に低下しており、東京都内における豪雨は短時間かつ局所的に発生していることが確認できた。

参考文献

- 1) 荒川大樹：東京都 10 分間隔降水データの収集およびその統計解析，東京都立大学土木工学科，平成 18 年度卒業論文，2007 年 2 月。
- 2) 天口英雄，河村明，高崎忠勝，荒川大樹：東京都水防災システム降水データの特性，水文・水資源学会 2007 年度研究発表会要旨集，pp. 14-15，2007 年 7 月。