

気候遷移帯の市街化地域における水害特性分析

福島大学共生システム理工学類 非会員 ○清嶋 悠介  
 福島大学共生システム理工学類 正会員 川越 清樹

1. はじめに

近年、地球温暖化に伴う降水の極端化が激しく、特に、短時間での降雨量が増加傾向にあると指摘されている<sup>1)</sup>。平地、かつ雨水貯留能力、地中浸透能力の低い市街化地域では、短時間強雨を原因とした内水氾濫リスクが高くなる<sup>2)</sup>ことが予測される。こうした現状をふまえ、市街地地域の豪雨被災経験と短時間強雨の関係を明らかにし、豪雨災害対策を計画することが急務と考えられる。本研究では温暖化による気候変動の推移を踏まえて、気候帯の交差する関東北部、東北南部に着目し、市街地地域の豪雨被災経験と短時間強雨の関係を定量的に求めることに取り組んだ。

2. 研究目的・対象領域

本研究の目的は、豪雨災害対策に資することのできる市街地地域の豪雨被災経験と短時間強雨の関係を定量的に明らかにすることである。この検討を、地球温暖化に伴い敏感に気候変動する可能性をもつ気候帯(以下、気候遷移帯)で試みた。気候遷移帯に含まれる近接した各気候帯のデータを比較することで、地球温暖化に対する円滑な豪雨災害対策の変化を検討できる可能性を踏まえた。本研究では気候帯の交差する関東北部と東北南部を対象領域として設定し検討を進めた。福島県と北関東3県の9地点の市街地(福島、若松、小名浜、白河、水戸、つくば、宇都宮、奥日光、前橋)を対象都市とする。検討対象期間は1954年～2015年の61年間である。

3. 解析方法、およびデータセット

解析方法は以下の①～②に示すとおりである。

- ① 時間雨量と市街地域の豪雨被災経験の検討(=短時間雨量と災害の比較検討)
- ② 継続累積雨量と市街地域の豪雨被災経験の検討(=長時間雨量と災害の比較検討)

解析では、降水量データとして、各 AMeDAS 観測所の気象観測値を用いた。豪雨被災経験データとし、以下の①～③の災害記録情報を利用した。

- ① 水害統計(発行：国土交通省河川局、取得期間：1999年～2015年、一般資産のみ)
  - ② 災害年表(発行：国立研究開発法人防災科学技術研究所、取得期間：1830年～2013年)
  - ③ 各県、市の管理する災害データベース
- 解析方法①では、時間雨量と豪雨被災経験の検討と

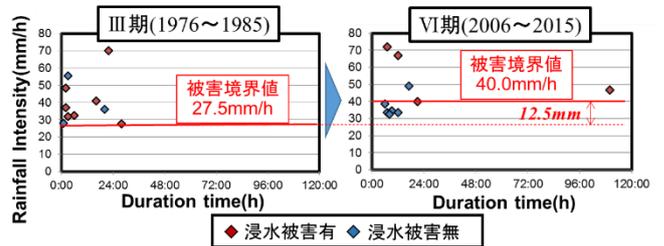


図1 宇都宮の期間毎時間最大雨量と水害の関係性

表1 9地点の被害境界線変動と変動期間

地名	境界前期		境界後期		変動量 (mm)
	時期	雨量(mm)	時期	雨量(mm)	
福島	Ⅲ期	12.0	Ⅵ期	20.5	+8.5
若松	Ⅲ期	18.5	Ⅵ期	29.5	+11.0
小名浜	Ⅲ期	23.0	Ⅵ期	46.5	+23.5
白河	Ⅳ期	22.0	Ⅵ期	34.5	+12.5
水戸	Ⅱ期	25.5	Ⅵ期	38.5	+13.0
つくば	Ⅲ期	21.0	Ⅵ期	43.0	+22.0
宇都宮	Ⅲ期	27.5	Ⅵ期	40.0	+12.5
奥日光	Ⅱ期	39.5	Ⅵ期	56.0	+16.5
前橋	Ⅳ期	31.5	Ⅵ期	36.0	+4.5

して、年最大時間雨量を記録した降雨イベントに対する内水、外水に関わる災害(原因:内水、窪地内水、有・無堤部溢水、その他)の有無を比較検討した。なお、対象期間が長期にわたるため、インフラ整備の進捗、老朽化に伴う災害への正負の影響も見込まれる。以上より、比較検討の検討時期間隔をI期～VI期の10年間隔(1965年以前:I期, 1966～1975:Ⅱ期, 1976～1985:Ⅲ期, 1986～1995:Ⅳ期, 1996～2005:Ⅴ期, 2006～2015:Ⅵ期)と設定し、検討時期を分類して変動、関係を求めた。また、各降雨量の頻度を示すため、再現期間による確率雨量を求めた。再現期間の算定にGEV(一般化極値)分布を用いた。

解析方法②では、継続累積雨量と豪雨被災経験の検討として、検討対象期間内における各年の降雨量継続時間に応じた累積最大雨量値を各都市で求め、継続時間と雨量に対する再現期間を算出した。なお、継続累積雨量の検討ではインフラ整備の進捗、老朽化に伴う災害へ影響が、継続稼働時間の長期化による排水機能低下(例えば排水施設への漂流物、土砂閉塞等のリスク増加)を考慮し、検討時期間隔を区分しない。最後に、累積雨量と市街地域の豪雨被災経験に基づいた再現期間毎の被災率を比較することで各地域の地域固有性を明らかにし、気候特性に応じた考察を示す。

4. 解析結果

4.1 短時間雨量と災害の比較検討

この豪雨被災経験と時間最大雨量、降雨継続時間の関係を各時期に応じて整理した。事例として宇都宮を図1で取り上げる。Ⅲ期では時間雨量27.5mmを境界に災害非発生、災害発生領域が区分される。

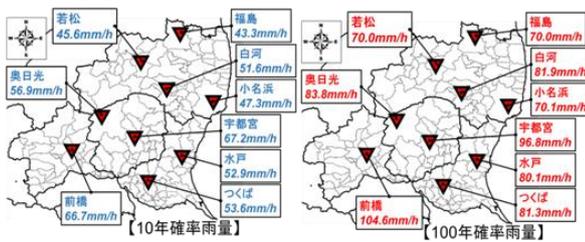


図2 再現期間10年,100年の確率時間雨量

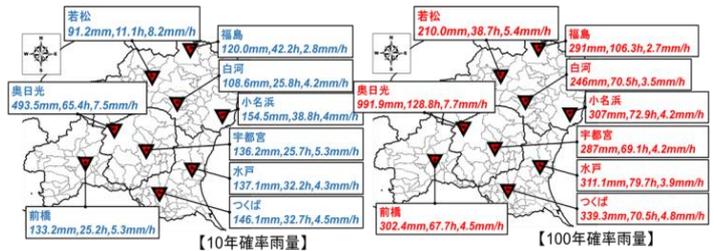


図3 再現期間10年,100年の確率累積雨量

一方、VI期では時間雨量40.0mmに境界値が上昇した。なお、III期以降は、40mm/h以下の時間雨量で被害が生じない結果を得た。これらの結果は、インフラ整備の強化より強雨に対する災害緩衝効果が図られていることを示唆している。

各対象都市の時期に応じた時間最大雨量による災害有無の境界を示したものが表1である。いずれの都市も近年になり雨量に対する災害緩衝効果が図られていることが明らかにされた。特に小名浜、つくばは雨量対応効果20mm程度増加している。この結果に対し、雨量発生のパテンシャルを比較するため、再現期間10年、100年の確率降雨を整理したものが図2である。災害有無の境界値は、10年確率の強雨にも達していないことが明らかにされた。以上より、インフラ整備により災害緩衝効果が図られているものの、今後も追加対策の対応を考える必要があると考えられる。

4.2 長時間雨量と災害の比較検討

累積雨量、経過時間に対する再現期間の10年と100年の確率雨量を図3に示す。図3より、①長時間安定型(福島, 小名浜, 水戸, つくば), ②短時間突出型(若松, 白河, 宇都宮, 前橋), ③長時間強雨継続型(奥日光)の地域的降雨発生形態の特徴が存在する。なお、短期と長期のパターンに対する境界値は10年確率で24時間前後を基準に分類した。おおよそその地理的関係の傾向から、陸域側の市街地は短時間突出型に分類されることが示され、集中豪雨が生じやすいことが明らかにされた。なお、累積雨量は対象地域の南域ほど大きい傾向を示す。この結果は、温暖な環境された場合の雨量増加を示唆するものであり、気候変動により水害リスク増加が見込まれることを示唆している。

図4に検討市街地に対する確率年毎の水害被害率と再現期間5年,10年,20年確率の累積雨量を併合した結果を示す。この図は、図5に示す継続降雨時間と累積降雨量の関係図に対する水害有無のプロットより得られた結果を検討領域でまとめたものとなる(事例:宇都宮,前橋)。図4から、いずれの地域において、20年確率まで再現期間の長期化に伴い被害率増加する傾向が示される。なお、20年確率以降の場合、市街地によって被害率が分散した結果を得ている。原因として、短時間スケールの降雨発生形態、市街地内における地理的特徴、インフラ整

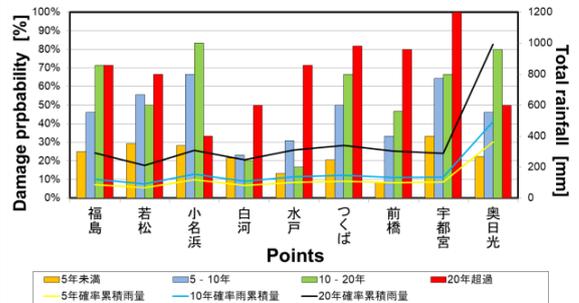


図4 再現期間5年未満～20年超過の被害率

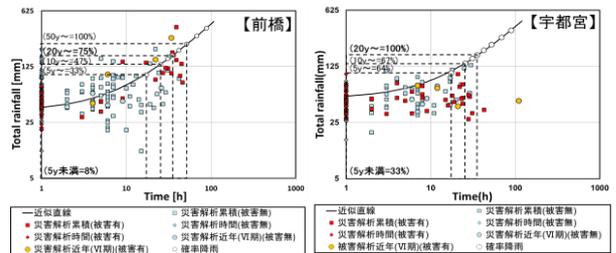


図5 継続時間と雨量の関係図

備状況の影響が推測される。なお、特に比例的に確率年の長期化と被害率増加を示す市街地は、つくば、前橋、宇都宮である。これらは、概ね対象領域中で累積雨量の多い地域である。再現期間の確率雨量値も大きな値になる傾向を踏まえれば、計画排水雨量の規模に伴い市街地の水循環系も強化され、市街地の貯留に敏感に反応し、規則的に被害率も変化する と推測される。ただし、いずれの市街地ともに5年確率未満でも被害が生じることが明らかであり、対策が未だ不足していることが示されている。

5. 結論、および今後の課題

長短期の雨量ともに、いずれの市街地でも災害緩衝効果の向上が認められたが、再現期間10年確率の強雨でも、依然、水害発生しうることも明らかにされた。気候変動による推計やインフラの進捗を考慮してもハード対策の整備で完全な防災は見込めないと予測され、ソフト対策も強化していくことが必要と考えられる。

謝辞：本研究は、文部科学省気候変動適応技術社会実装プログラム(SI-CAT)によって実施された。ここに謝意を示す。  
参考文献：

1) 例えば平野淳平,大楽浩司:降水量頻度分布を考慮した水害リスク評価手法の開発,土木学会論文集 B1(水工学), Vol.70(4), I\_1507-I\_1512,2014  
2) 川越清樹・大田敏長・江坂悠里,時間降雨量に応じた行政区毎の内水リスクの推計,土木学会地球環境研究論文集,18,I\_47-I\_54,2011.