

## N-14 短期降雨特性の変化傾向の分析

株式会社 日水コン 川口智哉  
浅田一洋  
名城大学 張昇平

### 1 はじめに

#### 1.1 温暖化による降雨量変化の概観

二酸化炭素の増加による温暖化は、100 年間に数 $^{\circ}$ C という時間的に非常に緩慢な地球全体の現象であるが、これに伴って、台風や集中豪雨など突発的ないし、短い時間スケールの気象現象がどのように変化するかは雨水排水を担う施設にとって極めて重要な問題である。

多くの数値シミュレーション結果からは、二酸化炭素の倍増による温暖化に際して、地球全体としての降雨量が増加することを一致して予測しており、その増加量は 4~15%<sup>1)</sup>であるとしている。また、気象庁附属気象研究所のグループ<sup>2)</sup>は、雨の降り方が温暖化に伴ってどのように変化するかについて、数値シミュレーションを実施している。その結果によれば、温暖化とともに、地球全体として連続的な雨が減少し、積乱雲のような対流性の雲から降る「にわか雨」が増える傾向が明らかとなり、そのために降雨面積が減少することを指摘している。このような温暖化に伴う地球全体の降雨量の増加と降雨面積の減少は、集中豪雨の活発化を示唆しているものと考えられる。

また、地球レベルでの温暖化の他に、都市がその周辺の郊外よりも気温が高くなるヒートアイランドによる熱帯夜の増加など都市域における局所的な温暖化への関心も高まってきている。異常気象レポート<sup>3)</sup>によれば、このヒートアイランド現象により、気温の上昇や雷雨の増加等が指摘されている。降雨量については増加と減少との両説があるが、増加を支持する観測結果が得られた例もみられる。

#### 1.2 研究目的

降雨域の集中化や降雨強度が増大するなど集中豪雨の増加は、都市域中小河川、下水道など都市の雨水排水を担う施設にとって極めて重要な問題である。特に、下水道施設は集水区域が河川ほど大きくないことで雨水流出の到達時間が短く、短時間降雨強度の大きな集中豪雨が施設に与えるインパクトは大きいと考えられる。具体的には、雨水排水施設の計画・設計、施設運用の場面において、集中豪雨の増加など降雨量の変動現象が及ぼす影響は少なくないことが予想される。しかしながら、降雨発生のメカニズムを考慮したシミュレーションモデルを用いて、長期間における集中豪雨の増加など降雨量の変動予測を行うことは非常に困難である。

そこで本研究では、集中豪雨の活発化に関する検証として、過去の観測データを対象にした短期降雨特性の変化傾向について分析する。具体的には、横浜地方気象台における 1955 年から 1994 年までの 40 年の 5 分間降雨データを対象に、継続時間別降雨量の確率分布等の変化傾向について明らかにする。また、下水道施設の雨水排除計画に関して、短期降雨特性の変化傾向を考慮した場合の計画策定上の留意点について考察する。

#### 2 横浜地方気象台データを対象にした短期降雨特性の変化傾向

ここでは、横浜地方気象台における 1955 年から 1994 年までの 40 年の 5 分間降雨データを対象に、期間を前後期の 20 年ごと 2 期

- 前期 20 年：1955 年-1974 年（略記 bef）
- 後期 20 年：1975 年-1994 年（略記 aft）

に分割し、それぞれの期間における降雨特性を分析することにより、短期降雨特性の変化傾向について明らかにする。

2.1 降雨回数の変化

図-1は前後期における総降雨時間、降雨回数、総降雨量について比較したものである。これより、後期は前期に比べて、総降雨時間が約 30%減少していること、降雨回数は約 30%増加していること、総降雨量は約 10%増加していることがわかる。これより、後期は前期に比べて降雨がより集中化しているものと想定される。

図-2は前後期における降雨継続時間の分布について比較したものであり、後期は前期に比べて、継続時間が1時間以内の降雨が約 40%増加しており、この結果からも降雨は集中化していることが確認できる。以上の結果から、前期から後期にかけては、長雨から雷雨等の集中化した降雨の発生頻度の増加が示唆される。

また、5分間降雨量の標準偏差については、前期が 0.405mm で後期が 0.466mm となっており、後期は前期に比べて約 15%大きくなっていた。この結果からも、集中豪雨が増加していることが推察される。

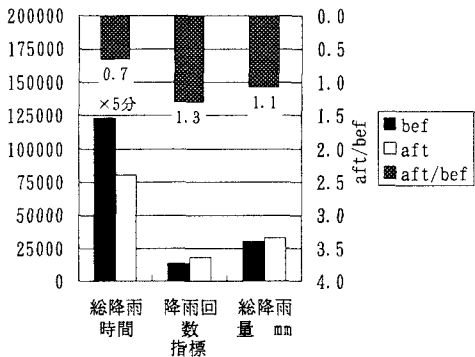


図-1 前後期の総降雨時間・降雨回数・総降雨量の比較

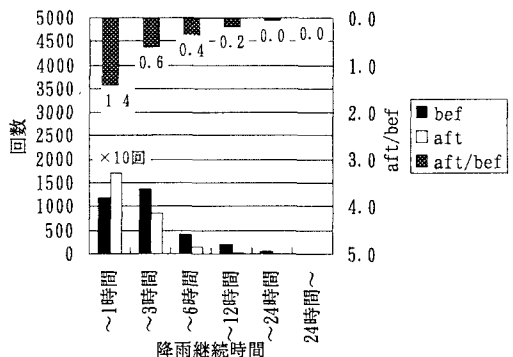


図-2 前後期の降雨継続時間分布の比較

2.2 継続時間別降雨量の毎年最大値に対する確率分布の変化

2.3 の分析結果からは集中豪雨の増加が示唆された。ここでは、確率統計的手法を用いて降雨増加量の評価を試みる。図-3は前後期における継続時間別降雨量の毎年最大値に対する確率分布の母数変化の度合いについて示したものである。確率分布は次式に示す Gumbel 分布を採用した。ここに、a は尺度母数、x0 は位置母数を表す。

$$f(x) = a \exp \left\{ -a(x - x_0) - \exp(-a(x - x_0)) \right\}, (-\infty < x < \infty; a > 0)$$

検討対象とした継続時間は 5 分、10 分、15 分、20 分、25 分、30 分、60 分、90 分、120 分、720 分、1440 分の 11 ケースである。この結果、継続時間によらず分布の平均は前後期にかけて大きな変化はみられないものの、標準偏差については継続時間が短い場合に後期の方が大きくなり、それが長い場合には小さくなっている。特に、継続時間 20 分における確率分布の変化が最も顕著である。

図-4は前後期における Gumbel 分布について比較したものである。これより、比較的短時間（特に、20 分）の降雨量については生起頻度が同じ場合、後期は前期に比べて降雨量が増大する傾向にあることがわかる。

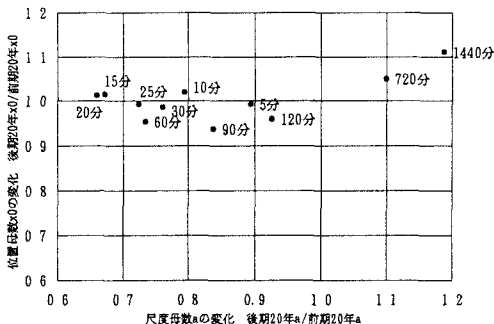


図-3 Gumbel 分布の母数変化の度合い

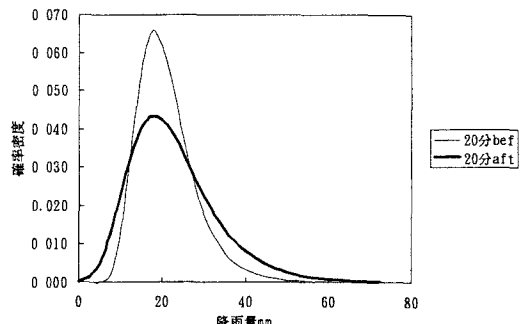


図-4(1) 前後期における Gumbel 分布の比較:20 分

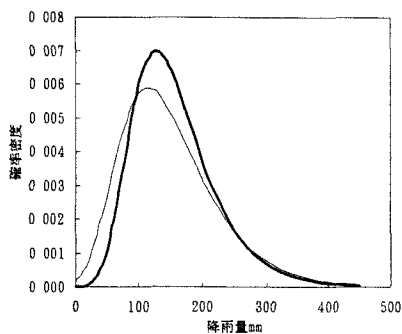
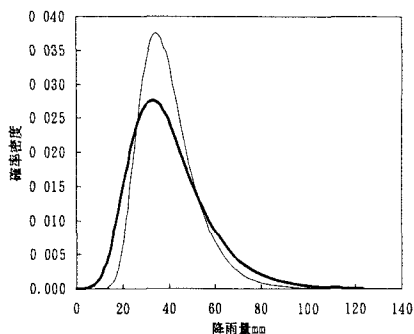


図-4(2) 前後期における Gumbel 分布の比較:60 分

図-4(3) 前後期における Gumbel 分布の比較:1440 分

## 2.3 継続時間別の確率降雨量の変化

図-5、図-6 は前後期における継続時間別の確率降雨量の比較したものである。10 年確率では継続時間 20 分後期は前期に比べて約 20mm/hr 増大している。

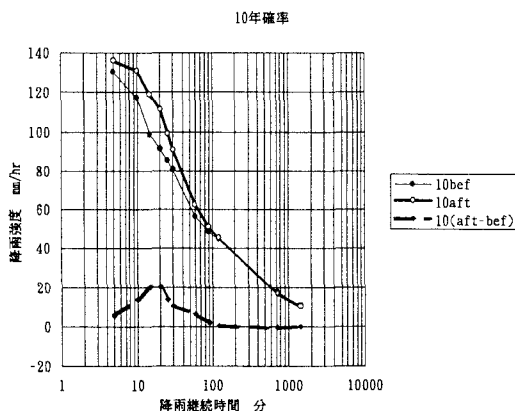


図-5 前後期における 10 確率降雨量の比較

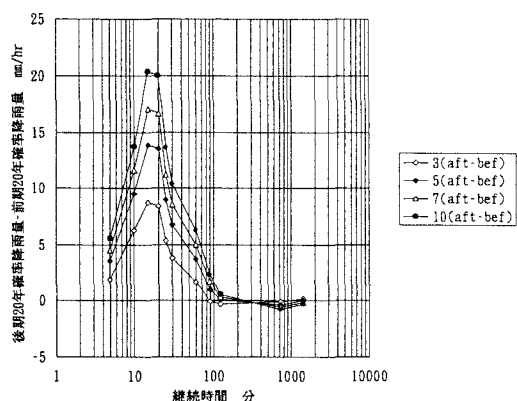


図-6 前後期における確率降雨量の差

## 3 下水道雨水排除計画の計画策定上の留意点

一般に、下水道雨水排除計画では、計画目標を年超過確率にして 5～10 年確率<sup>4)</sup>に設定する場合が多い。全国の主要都市における既定計画（現況計画）の目標は 5 年確率、長期計画（将来計画）の目標は 10 年確率となっている場合が多い。特に、既定計画については確率水文量算定の統計年数が極端に短いものや、統計期間が古く、近年の多雨期を外して計画諸元が設定されている場合が十分に考えられる。

また、本研究での横浜地方気象台を対象にした分析結果からは、短時間降雨量の増加傾向が顕著に認められた。このような状況からは、今後の下水道雨水排除計画には次の内容を考慮することが必要であると考えられる。

- 既存施設、施設計画に対して、短時間降雨量の変化傾向を考慮した場合の施設の機能評価を行い、その対応策について検討する必要がある。
- 計画降雨の策定において、対象とする統計期間等については十分に留意する必要がある。

## 参考文献

- 1) Houghton, J. T., Jenkins, G. J. and Ephraus, J. J., Climate Change-The IPCC Scientific Assessment, Cambridge Univ. Press (1990)
- 2) Noda, A. and Tokioka, T., J. Meteor. Soc., Japan, 67, 1057 (1989)
- 3) 気象庁編：近年における世界の異常気象と気候変動～その実態と見通し～(V)、異常気象レポート'94 (1994)
- 4) (社)日本下水道協会：下水道施設計画・設計指針と解説 前編-1994 年版- (1994)