降雨と気温データを用いた確率量マップの作成とローカル化

○中央大学　学生員　井上　恵　中央大学　正会員　佐藤尚次
中央大学　正会員　吉岡　由希子

１．はじめに

我々の住んでいる日本は、近年の台風や梅雨前線などによる豪雨災害にも見られるように、集中豪雨等による気象災害が起こりやすい自然条件下にある。これらの現象は、信頼性の問題の重要な関心対象であるが、従来、河川管理等を軸とした、水工学の枠の中でとらえられることが多かった。しかし、局所的な地盤や構造物の被害、あるいは長期的な性能に及ぼす影響という意味でもこれらの現象は重要であるし、個々人の防災情報としても重要である。

本研究では、あらかじめ地域の地形条件と確率降水量を組み合わせたマップを作ることで、上記のための資料とする事を目的とする。また降水量は、気温の影響も受けていると考えられるので、気温についても確率統計解析を行い、降水量との関連性を考察する。

２．対象地域

対象地域として東京都及び、さらにその中の東京都の神田川上に焦点をあてることとし、東京地方のAMeDAS データと、東京都独自に観測しているデータ（観測所は３７箇所、位置を Fig.1 に示す。）を利用する。

３．統計解析の手法

過去の年最大日降水量と年最大１時間降水量、年最高日気温を、日別データから年別データに整理することで抽出し、いくつかの分布のあてはめを行って、１００年確率量を求める。データは地点によって若干の誤差はあるが、1968 年から 2005 年までのものである。観測所ごとに以下の分布に対し、適合度の評価を行う。

１）一般化極値分布（ＧＥＶ分布）

$$G(x) = \exp\left[-\left\{1+\xi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)\right\}^{-\frac{1}{\xi}}\right] \quad (\xi \neq 0)$$

$$G(x) = \exp\left[-\exp\left\{-\left(\tfrac{x-\mu}{\sigma}\right)\right\}\right] \quad (\xi = 0)$$

ただし、ξ＝０、＞０、＜０がそれぞれⅠ型（Gumbel）分布、Ⅱ型（Frechet）分布、Ⅲ型（Weibull）分布に対応している。

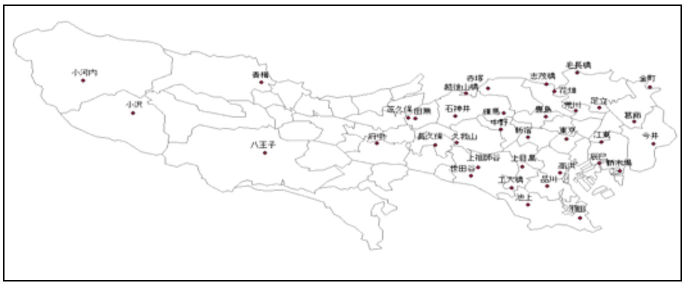

Fig.1　今回使用した東京地方の観測所

（μ…位置母数、σ…尺度母数、ξ…形状母数）

一般化極値分布における再現期間M年の確率量は、以下のようにして求めることができる。

$$G(x) = 1 - \frac{1}{M}$$

$$x_M = \mu - \frac{\sigma}{\xi}\left[1 - \left\{-In\left(1-\frac{1}{M}\right)\right\}^{-\xi}\right] \quad (\xi \neq 0)$$

$$x_M = \mu - \sigma In\left[-In\left(1-\frac{1}{M}\right)\right] \quad (\xi = 0)$$

２）対数正規分布

最小値 a も含めた３自由度の対数正規分布（LN3 分布）は次式で表される。

$$f(x) = \frac{1}{(x-a)\sqrt{2\pi}\sigma_y}\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln(x-a)-\mu_y}{\sigma_y}\right)^2\right]$$

$$F(x) = \Phi\left[\frac{\ln(x-a)-\mu_y}{\sigma_y}\right] \qquad \Phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{z}\exp\left(-\frac{1}{2}t^2\right)dt$$

確率レベルｐに対する対数正規変量は次式で表される。

$$x_p = a + \exp(\mu_y + \sigma_y z_p)$$

４．適合度の評価

適合度の評価は最小二乗基準（SLSC）を用いる。SLSC の値が小さいほど良く適合していることになる。既存の対応では、SLSC≒０．０２であれば良い適合度を示すとされる。

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

Keyword：確率統計解析、AMeDAS データ、防災マップ
連絡先：〒112-8551　東京都文京区春日 1-13-27　tel.03-3817-1816　fax.03-3817-1803

$S_{0.99}, S_{0.01}$ はそれぞれ非超過確率０．９９と０．０１に対応する標準変量、ξ^2 は以下のように求めることができる。

$$\xi^2 = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(S_i - r_i)^2$$

S_i・・・順序統計量　y_iに対応する標準変量
r_i・・・適当な確率量　q_iに対応する確率変量
$(q_i = (i-0.5)/N)$

５．結果と考察

各分布について行った確率統計解析の中から一番SLSCの値が小さく、適合度の良いものを１００年確率量として採用することにする。その結果を用いてＧＩＳにより可視化した。Fig.2、Fig.3、Fig.4 に示す。

また神田川周辺に地域を限定して、神田川の護岸の整備状況図と１００年確率降水量をＧＩＳで重ね合わせて可視化した。その結果を Fig.5、Fig.6 に示す。

日最大降水量は、対数正規分布とＧｕｍｂｅｌ分布が適合度が良い地点が多く、１時間最大降水量は、ＧＥＶ分布が適合度が良い地点が比較的多かった。

山間部では日最大降水量が多くなる傾向があり、都市部は１時間最大降水量が多くなる傾向がみられた。また、Fig.4 より、山間部に比べて都市部の方が日最高気温が高くなる傾向がみられた。山間部は気流が山の斜面にそって上昇し雲になり、雨が降りやすくなる。都市部はヒートアイランド現象によって気温が上昇し、生じた上昇気流によって突然の集中豪雨が起こる。などの極値メカニズムの相違が反映していると考えられる。また Fig.5、Fig.6 より、東京周辺と久我山周辺の護岸整備が未整備の地域では、確率降水量が高く降雨災害に遭いやすいと考えられる。１時間確率降水量が多い地域では、短い時間に大量の雨が一気に降ることが予想されるため、護岸の早急な整備とともに周辺住民へのリアルタイムでの情報提供が必要であると考えられる。

６）おわりに

本研究により確率統計解析によって東京地方の降雨と気温による１００年確率量を算出し、確率量マップを作成した。また、神田川の護岸の整備状況図と確率降水量を組み合わせることによって神田川周辺の防災マップを作成することが出来た。今後は、高低差や排水機能なども考慮して、さらに地域住民にわかりやすい防災マップを作成する必要がある。

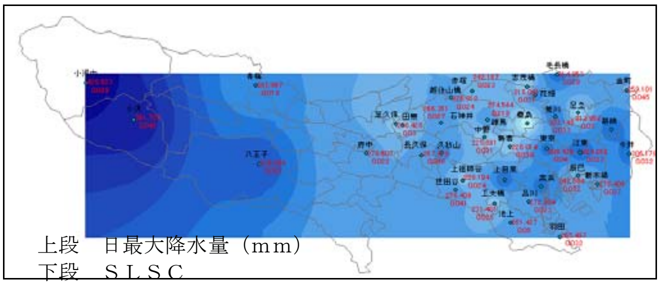

Fig.2　再現期間１００年の日最大降水量（mm）

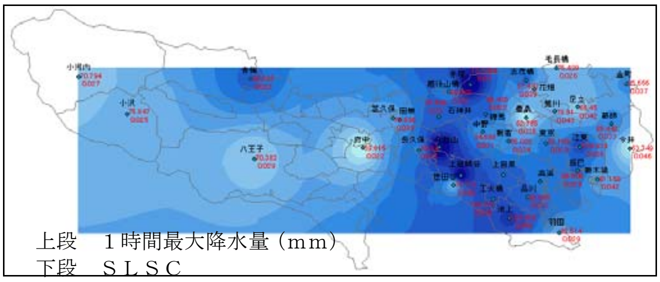

Fig.3　再現期間１００年の１時間最大降水量（mm）

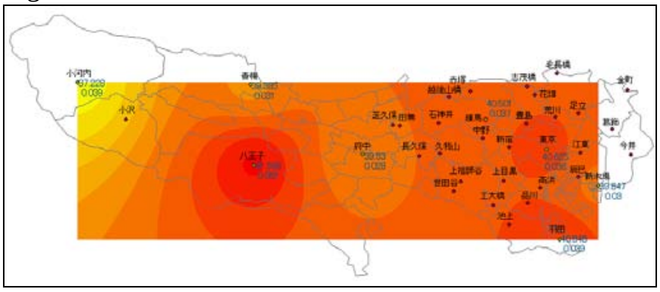

Fig.4　再現期間１００年の日最高気温（℃）

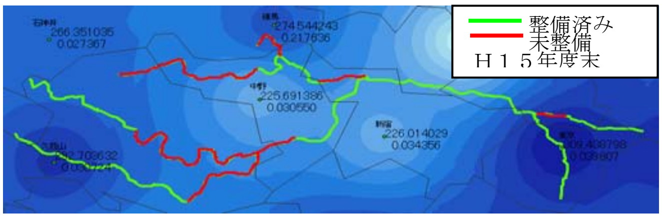

Fig.5　神田川周辺の再現期間１００年の日最大降水量（mm）

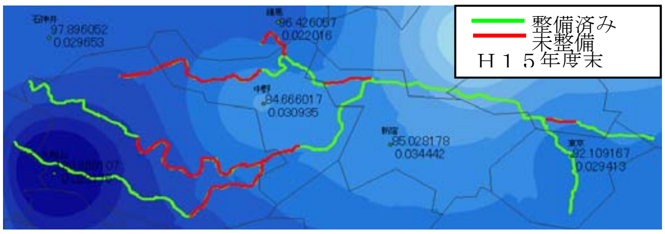

Fig.6　神田川周辺の再現期間１００年の１時間最大降水量（mm）

<参考文献>

（１）　気象庁ＨＰ
(http://www.jma.go.jp/jma/)　'07/2/25
（２）　東京都建設局ＨＰ　災害別雨量記録表
(http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/)　'07/2/28
（３）　神田川再生構想検討会報告「神田川の現状と課題」2004
(http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/kandagawa_saisei/pdf/genjyou.pdf)　'07/2/28
（４）　星清ら「現場のための水文統計」
(http://thesis.ceri.go.jp/center/doc/geppou/ceri/0005006050.pdf)　'07/2/25
（５）　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