講演要旨

アメダス (AMeDAS) データの統計学的・地球統計学的解析

正路徹也・中村貴子*

Statistical and Geostatistical Analysis of AMeDAS Data

Tetsuya Shoji* and Takako Nakamura*

*東京大学新領域創成科学研究科環境学専攻 School of Frontier Sciences, The University of Tokyo,
Tokyo 113-0033, Japan. E-mail: shoji@k.u-tokyo.ac.jp

キーワード: アメダス, 統計分布, ヴァリオグラム

Key words: AMeDAS, statistical distribution, variogram

1. はじめに

水資源量の評価や予測, 豪雨による災害の予測などのためには, 降水量を精度よく推定する必要がある。そのためには, 1) 降水量観測点の適正な配置と, 2) 得られた測定値に対し, 可能な限り誤差の少ない推定法を適用する必要がある。このとき, 測点の適正配置に関しては, 地球統計学のヴァリオグラムから得られるレンジが大きな示唆を与える可能性がある。ここで大きな示唆が与えられれば, 推定にクリギングが適用できる。

上述の2点を確かめるための基礎的な解析として, 1999年度に測定されたアメダスのデータを統計学的に解析して降水の統計モデルを求めるとともに, ヴァリオグラムの適応性についても検討した。

2. 対象地域

アメダスの観測点は, 全国に 1536 箇所存在する。日本の面積が約 377800 km² であるから, 測点密度は 100×100 km² 当り約 41 点である。したがって, 測点の平均間隔は, それらが正方格子で配置されているとすると 16 km, 三方格子で配置されているとすると 17 km である。

山岳地域と平野部で降水の様式に違いがある可能性がある。そこで, 山岳地域としては, 中部地方とそれに隣接する近畿および関東地方の一部を含め, 海拔が 100 m 以上の測点が分布する範囲を選んだ。一方, 平野部は, 関東地方とそれに隣接する中部地方を含め, 標高が 200 m 以下の測点が分布する範囲とした。

3. 統計分布

まず, 降水量の統計分布を, 1 時間, 1 日, 1 月, 1 年という期間単位と, 中部地方, 関東地方および中部・関東地方に分けて求めた。当てはめた分布モデルは, 正規分布, 対数正規分布, 指数分布である。なお, 対数正規分布と指数分布については, 降水量がゼロのデータを含める場合と含めない場合を分けて確かめた。これは降水量のゼロに, 「そもそもゼロ」と「たまたまゼロ」があるためである。ここで, 「そもそもゼロ」とは, 晴天の日などを指す。一方, 「たまたまゼロ」とは, 雨天であるが降水量が 1 mm 未満の場合を指す。

時間降水量の頻度図では, 中部地方と関東地方のデータ

がほとんど重なって, 区別がつかない。一方, 年降水量の頻度図で中部地方と関東地方を比較した場合, 低い方の値は同じであるが, 高い方の値は中部地方の方が約 2 倍多い。以上をまとめると, 中部地方と関東地方の間で, 時間降水量の統計分布では差異が認められないのに対し, 年単位の降水量は, 明らかに中部山岳地域の方が多い。これは, 山岳地域の方が, 全体として降水期間が長いことを意味する。

第 1 表に, 当てはめた統計モデルの適合性を, 変量と降水量の多い方から累積した頻度との相関係数で示す。ゼロを除外した対数正規分布は, 時間単位, 日単位, 年単位で, 中部地方, 関東地方, 中部・関東地方とも相関係数が 0.99 以上を示した。特に, 関東地方と中部・関東地方の時間単位では, 相関係数が 0.999 であった。これに対し, いずれの地方でも, 月単位の降水量に対する対数正規分布の適合性は悪く, 指数分布がよい適合性を示した (相関係数は, 関東地方で 0.989, 中部地方で 0.997, 中部・関東地方で 0.998)。日単位と年単位で対数正規分布の適合性がよく, その間である月単位で指数分布の適合性がよくなる理由は不明である。

4. ヴァリオグラム

次に, 時間単位, 日単位, 月単位, 年単位の降水量を使って, ヴァリオグラムを計算した。以下では, 時間単位と年単位の降水量のヴァリオグラムを示す。なお, データは対数正規分布を示すので, ヴァリオグラムの計算では真数ではなく, 対数を使うべきかもしれないが, 今回は真数で計算した。

第 1 図に年降水量のヴァリオグラムを示す。この計算で, ずれの許容範囲は, 前述の平均測点間距離を考慮して, ±10 km とした。中部地方および関東地方のヴァリオグラムは, 典型的な形で, レンジとシルが明瞭に認められる。これらに球モデルを当てはめたとき, レンジの値は, 中部地方が 160 km, 関東地方が 170 km である。一方, 両地方を合わせた中部・関東地方のヴァリオグラムは, 直線的に増加する傾向を示し, レンジとシルは認められない。これは, 福井, 金沢, 富山, 新潟県に位置する大部分の観測点で年降水量が 2000 mm を越すのに対し, 関東地方の観測点の大部分で年降水量が 1500 mm 以下であることによる。すなわち, 両地方を合わせると, 年降水量は, 西で多く, 東で少

ない傾向をとるため、ずれの増加に伴って、ヴァリオグラムの値が大きくなる。中部地方（そのため中部・関東地方）のヴァリオグラムでは、シルの1/4を超えるナゲットが認められる。関東地方のヴァリオグラムのナゲット値がシルの1/5以下であることと比較すると、大きなナゲット値は山岳地帯の特徴を示しているのかもしれない。

1 時間当り降水量のヴァリオグラムは、降水を記録した測点の数の稼動測点数に対する割合が60%を越える場合について計算した。このとき、典型的なヴァリオグラムも得られるが、単調増加型のヴァリオグラムも得られる。稀ではあるが、ずれの増加とともにヴァリオグラムの値が減少する傾向を示す場合もある。このようなヴァリオグラムに見られる傾向と、降水を記録した測点の割合、あるいは降水量のばらつきとの関係は今のところ不明である。すなわち、単に降水を記録した測点の割合が高い、あるいは降水量のばらつきが小さいというだけで、典型的なヴァリオグラムが得られるわけではない。中部・関東地方における年降水量のヴァリオグラムで見られるように、相対的に一方で降水量が多く他方で少ない場合、単調増加のヴァリオグラムが得られてしまう。

最後に、降水を記録した測点の割合が60%を越えた時刻を基点として、1時間、2時間、3時間、・・・と積算した降水量について、ヴァリオグラムを求めた。その結果によると、当然のことながら、積算時間が長くなるにつれて、ヴァ

リオグラムは典型的な形に近づく傾向を示す。大雨が観測されたほとんどの場合、2時間積算すると、典型的なヴァリオグラムが得られる。しかし、その形が突如単調増加型に変わることもある。なお、典型的なヴァリオグラムが得られた場合、そのレンジは、80~150 km 程度である。この1例を第2図に示す。

5. まとめ

降水量に対する地球統計学の適応性の検討を目的に、中部地方と関東地方の降水量を統計学、地球統計学的に解析し、以下の結果を得た。

1) 時間単位、日単位、年単位の降水量は対数正規分布をなすのに対し、月単位降水量のみ指数分布を示す。

2) 中部地方と関東地方の年降水量のヴァリオグラムでは、レンジとシルが明瞭に認められるので、両地方における年降水量はクリギングを適応することにより、精度よく推定できるはずである。

3) 1 時間降水量のヴァリオグラムは、典型的なことも単調増加型のこともある。各地方で、降水を記録した測点の割合が60%を越えた場合、2 時間積算の降水量を使うと、多くの場合、典型的なヴァリオグラムが得られる。このときのレンジの値は80~150 km 程度である。

第1表. 各統計モデルにおける降水量と降水量の多い方から累積した頻度と間の相関係数（実際には負の値）。

地域		中部				関東				中部・関東			
期間単位		年	月	日	時間	年	月	日	時間	年	月	日	時間
データ数		141	1841	56606	1359747	77	953	29017	696582	210	2698	82707	1986317
統計モデル	正規	0.983	0.949	0.928	0.947	0.978	0.974	0.920	0.914	0.950	0.943	0.935	0.937
	対数正規	0.996	0.931	0.974	0.990	0.991	0.951	0.979	0.996	0.982	0.955	0.974	0.994
	対数正規*	0.996	0.961	0.992	0.997	0.991	0.937	0.996	0.999	0.982	0.962	0.992	0.999
	指数	0.960	0.997	0.970	0.964	0.970	0.989	0.960	0.924	0.983	0.998	0.974	0.954
	指数*	0.961	0.997	0.972	0.978	0.973	0.989	0.965	0.949	0.983	0.998	0.976	0.969

* ゼロを除く。

第1図. 中部（三角）、関東（菱形）、中部・関東地方における199年の年降水量のヴァリオグラム。

第2図. 中部地方における1999年8月14日の9~10時（黒塗り丸）、9~11時（白抜き丸）、9~16時（黒塗り三角）、9~17時（白抜き三角）間の降水量のヴァリオグラム。