

近畿地方における年最大日降水量のエントロピーの変動特性

中央復建コンサルタンツ株式会社 正会員 ○草刈 智一
 信州大学工学部 根津 隆大
 信州大学工学部 正会員 寒川 典昭
 信州大学工学部 山崎 基弘

1. はじめに

近年、異常気象に伴う深刻な気象災害が数多く発生しており、異常気象と気候変動に対する関心が高くなってきている。このような背景のもと、本稿では近畿地方で約 100 年間にわたって観測された降水量データを用いて、年最大日降水量における降雨形態の経年変化について、ランダム性の指標であるエントロピーを用いて評価するものである。

2. グンベル分布のエントロピーの理論式

確率密度関数のエントロピーは (1) 式で与えられる。また、一般に年最大日降水量データを確率変数 x とした場合、 x の確率密度関数 $p(x)$ は (2) 式に示されるグンベル分布に従うとされている。従って、グンベル分布におけるエントロピーの理論式は、(1) 式および (2) 式より (3) 式のように導かれる。

＜確率密度関数 $p(x)$ のエントロピー＞

$$H(x) = - \int p(x) \cdot \ln(p(x)) dx \quad (1)$$

＜グンベル分布の確率密度関数 $p(x)$ ＞

$$p(x) = a \cdot \exp[-a(x-b) - \exp\{-a(x-b)\}] \quad (-\infty < x < \infty, a > 0) \quad (2)$$

ここで a : 尺度母数, b : 位置母数 である。

＜グンベル分布のエントロピー $H(x)$ ＞

$$\begin{aligned} H(x) &= - \int_{-\infty}^{\infty} a \cdot \exp[-a(x-b) - \exp\{-a(x-b)\}] \cdot \ln[a \cdot \exp[-a(x-b) - \exp\{-a(x-b)\}]] dx \\ &= \ln a [\exp(-e^t)]_{-\infty}^{\infty} + \gamma - [\exp(t - e^t) + \exp(-e^t)]_{-\infty}^{\infty}, \quad (t = -a(x-b)) \\ &= 1 - \ln a + \gamma \quad (\gamma = 0.57721 \dots, \text{Euler の定数}) \end{aligned} \quad (3)$$

ここで、エントロピーを表す単位は nit (Napierian digit あるいは natural digit の略) である。

3. データのモデリング手法

対象とする降水量について、過去に観測されている観測データを用いてエントロピーの経年変化を調べていくために、次のようなモデリング手法を用いた。

図-1に示されるように、まず、観測1年目(1901年)～31年目(1931年)のデータを1番目の部分標本($t=1$)とし、2年目(1902年)～32年目(1932年)のデータを2番目の部分標本($t=2$)とする。

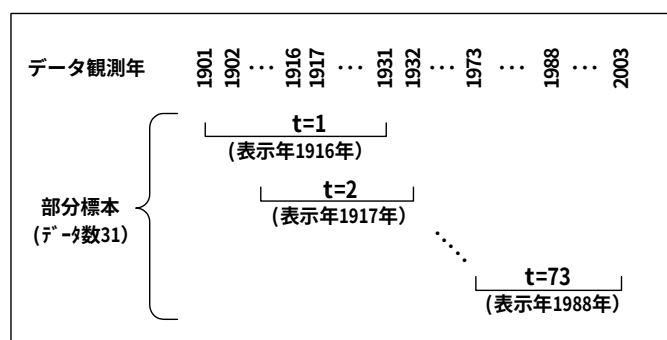


図-1 移動部分標本のモデリング

キーワード 年最大日降水量, ランダム性, エントロピー, 変動特性

連絡先 〒533-0033 大阪市東淀川区東中島 4-11-10 中央復建コンサルタンツ株式会社 TEL 06-6160-1121

同様に、3 番目、4 番目・・・と順次部分標本を作成し、1901～2003 年に得られたデータをもとに 73 組の部分標本を抽出する。そこで、抽出された 73 組の部分標本それぞれについてエントロピーの値を算出するようにした。ここで、1つの部分標本におけるデータの個数を 31 個とするのは、母数の推定に用いる分布形の決定に際して、標本の資料数が 30 個程度を超えると、比較的安定した分布形が得られるとする寒川ら¹⁾の研究報告によるものである。

4. 実データへの適用

2. で得られた理論式および 3. のモデリング手法を用いて、近畿地方の 6 箇所の気象官署で観測された年最大日降水量データについて得られた結果を図-2 に示す。図中には変化の傾向を把握するためにエントロピーの回帰直線を併せて示している。各気象官署における観測データの平均値は、大阪 94 mm/day、神戸 104 mm/day、京都 108 mm/day、彦根 94 mm/day、奈良 102 mm/day、和歌山 119 mm/day である。

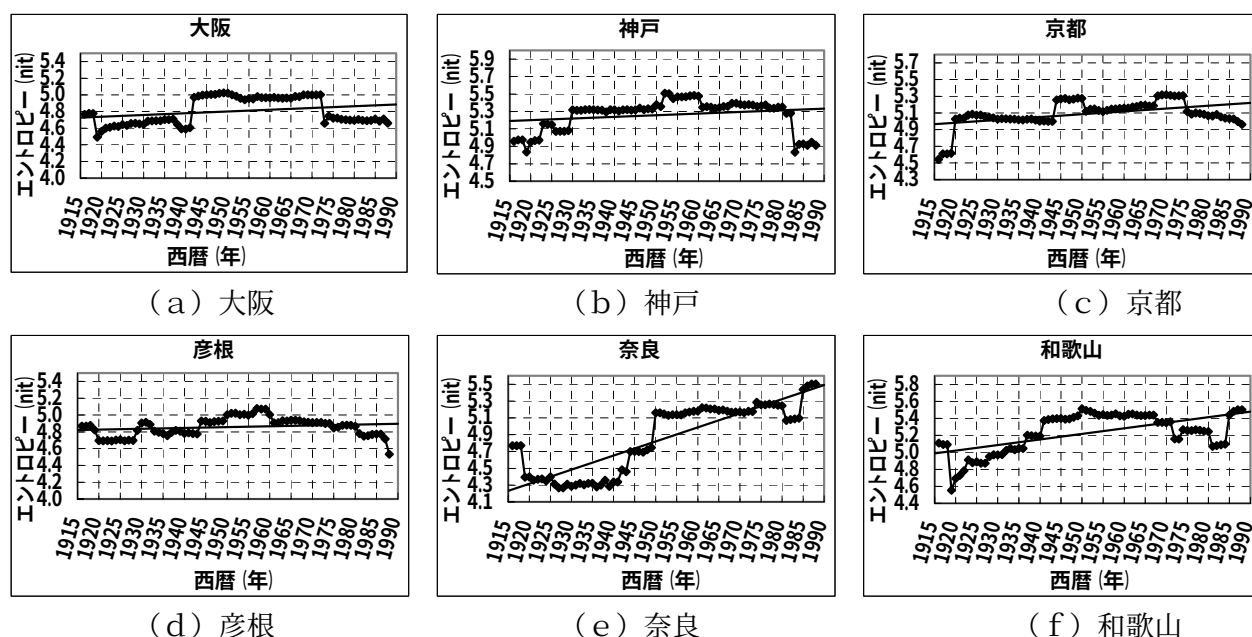


図-2 近畿地方における年最大日降水量のエントロピーの経年変化

これらの図で、エントロピーの値の変動を見ると、値の変動状況は各気象官署ごとに異なり、必ずしも一様なものとはなっていない。大阪、神戸、京都では概ね安定しているといえるが、途中である一定の程度の期間において急激に変化（増加もしくは減少）している箇所があることがわかる。これは抽出されたそれぞれの部分標本における降雨の特性を敏感に反映している結果と考えられる。また、奈良と和歌山では、小刻みな変動を示しているがやや類似した傾向があるように見える。彦根では一貫して概ね安定した値となっていることがわかる。さらに、それぞれのグラフの回帰直線を見ると、増加の程度には差異があるものの、すべての気象官署においてエントロピーは増加している傾向にあることがわかる。

これらの結果より、地域により変化に特性があり、地域性との関連が示唆されたこと、また、全体的にはランダム性が増加していることがわかった。

5. あとがき

本稿では、近畿地方における年最大日降水量データを用いて経年変化に関する分析を行ったが、エントロピーを指標としてランダム性を捉える手法の有用性が示唆された。今後は他地点においても同様の分析を行い、地域性などとの関連も踏まえて考察していきたい。

<参考文献>

- 1) 寒川典昭, 荒木正夫, 渡辺輝彦: 確率分布の推定母数の不確定性評価法, 土木学会論文集, 第 375 号, II-6, pp.133-141, 1986.