高次モーメントを情報とした 1VNME 分布と降水量頻度分析

信州大学工学部　正会員　寒川　典昭
中央開発　西　知哉
信州大学大学院　山元長裕樹

1．はじめに

我々は，従来 1 変数非定常最大エントロピー分布（1-Variate Nonstationary Maximum Entropy 分布（1VNME 分布））を開発してきた [1),2),3)]．この分布に与える情報は，任意に決定できるように理論展開されているが，実データへの適用では，1,2 次のモーメントのみを情報として用いてきたため，ヒストグラムへの適用の不十分な部分もあった．そこで，本研究では 1～4 次のモーメントを情報として 1VNME 分布を求め，その適合性を検討する．また，非定常な確率降水量も算定し，経年変化を検討する．

2．用いた理論式

時間 t に依存した確率変数を x(t)，その確率密度関数を p(x(t))とする．確率密度関数の具備すべき条件と任意関数 $g_r(x(t))$の期待値を制約条件とすると，1VNME 分布は次式より求まる．

$$p(x(t)) = \exp\{-\lambda_0(t) - \sum_{r=1}^{N} \lambda_r(t) g_r(x(t))\} \quad , \ r=1,2,\ldots,N$$

ここに，$\lambda_0(t)$，$\lambda_r(t)$はラグランジュ乗数である．

3．用いたデータ

実データとして，長野県内の 5 つの気象官署｛長野（1889 年～1997 年の 109 年間），松本・飯田（1898 年～1997 年の 100 年間），諏訪（1945 年～1997 年の 53 年間），軽井沢（1926 年～1997 年の 72 年間）｝の月・季節・年降水量を用いた [4),5)]．また，移動部分標本の長さは 31 年｛長野 79 年分，松本・飯田 70 年分，諏訪 23 年分，軽井沢 42 年分｝とした．

4．1VNME 分布の算定と適合度の検討

ここでは，与える情報として 1～4 次のモーメントまでを用いて 1VNME 分布を算定した．ヒストグラムと 1VNME 分布の適合の例として飯田の 7 月の一部を図-1，図-2，図-3 に示す．グラフを見ると 2, 3 モーメント適合でもほぼ適合しているが，4 モーメント適合になると，更に良く適合しているのが分かる．また，形状は時系列的に変化してきており，最後にはピークが 2 つになっている．この他の場合もほぼ同様で，2 モーメント適合よりも 4 モーメント適合の方がより良く適合している．

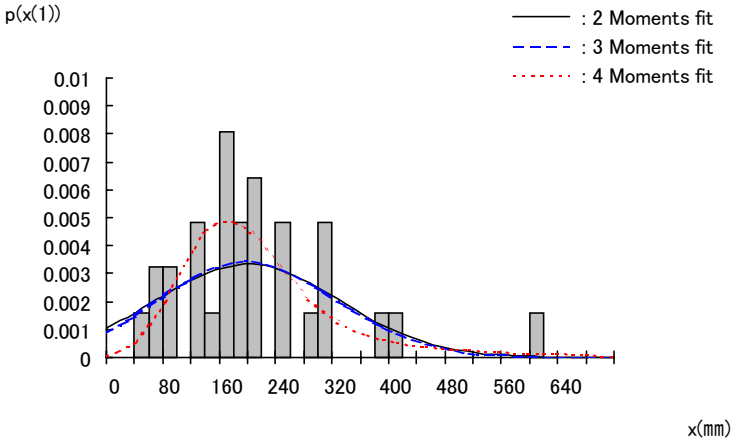

図-1　飯田 7 月（1913 年）

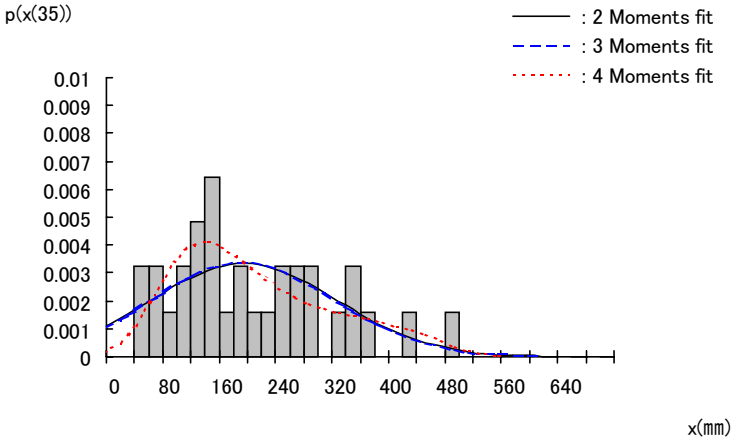

図-2　飯田 7 月（1947 年）

キーワード：1VNME 分布，非定常性，降水量
連絡先：〒380-8553　長野県長野市若里 4 丁目 17 番 1 号，電話(026)-269-5302，FAX(026)-223-4480

5．パラメータ $\lambda_r(t)$について

基準化されたモーメント m_r から推定分布のパラメータを算定したが，パラメータが同定できない場合もあった．2 モーメント適合は，理論的には $1 \leqq m_2 \leqq 2$ の時に存在するが，存在しない場合（m_2　1）もあった．また，4 モーメント適合は存在区間を明示することが難しいが，$m_4 < 2$ の時に存在しない場合が多い．m_2　1 で 2 モーメント適合が得られないとき，4 モーメント適合も得られなかった．4 モーメント適合が得られないとき，2 モーメント適合の分布形は，ヒストグラムの傾向を比較的よく説明し，ピークが明確で正規分布に近い形状をとっている．

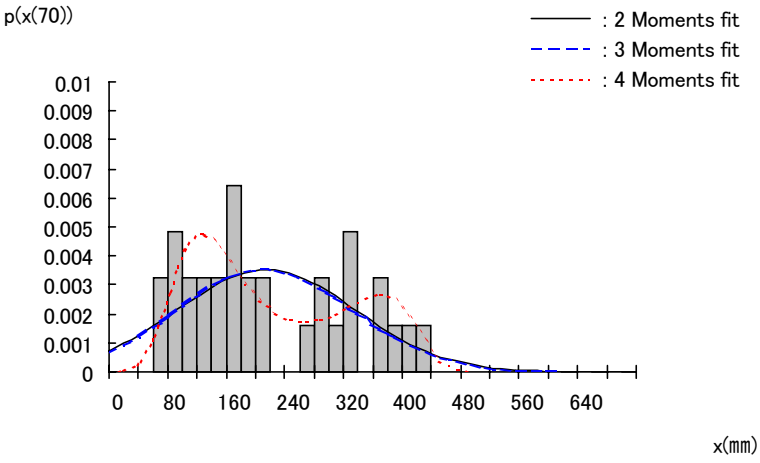

図-3　飯田 7 月（1982 年）

6．確率降水量の算定

非超過リターンピリオド 5,10,20,30 年に対する確率降水量 x_T（mm）を算定し，経年変化の状況を見た．得られた結果の例として，飯田 7 月の 30 年確率降水量の経年変化を図-4 に示す．飯田 7 月を見ると，4 モーメント適合から得られた確率降水量の方が，2,3 モーメント適合のそれよりも多くなっており，経年変化の様子は，増加傾向にあった．全体的に冬の月で減少傾向であった．

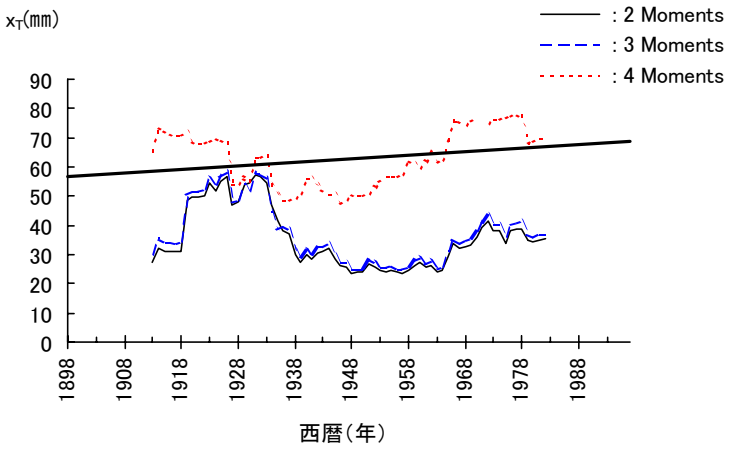

図-4　飯田 7 月（T=30 年）

7．あとがき

本稿では，月・季節・年降水量を用いて 1VNME 分布を求め，確率降水量を算定した．得られた 1VNME 分布はヒストグラムにほぼ適合しており，地点や月によって多少異なるが，その形状は時系列的に変化していて，確率降水量は経年変化を示すことが分かった．また，2,3 モーメント適合は一致することが多く，4 モーメント適合になると適合度が改善されることが分かった．確率降水量も経年変化を示しており，渇水の安全度が時間と共に変化していることを示していた．今後は 2 変数，多変数，条件付き ME 分布などを用いて非定常頻度分析を行い，最適な任意関数 $g_r(x(t))$を見つけ，これらの分布の有効性を検討していきたいと考えている．

[参考文献]

1）寒川，荒木：水文事象の頻度分析への MEP 導入について，土木学会論文報告集，第 335 号，pp.89-95，1983 年.

2)寒川:非定常な 1 変数最大エントロピー分布の提案, 土木学会中部支部研究発表会講演概要集, Ⅱ-38, pp.249-250, 1998 年.

3）寒川，西，楯：非定常な 1 変数 ME 分布を用いた降水量の頻度分析，土木学会中部支部研究発表会講演概要集，Ⅱ-59，pp.253-254，1999 年.

4）財団法人日本気象協会長野センター：長野県気象月報，1988 年～1997 年.

5）長野地方気象台：信州の気候百年誌，pp.174-182．1988 年.