

大雨発生頻度の長期変化傾向検出手法に関する研究

CQ21085 柳井 康希 指導教員 内藤 望 教授

キーワード:大雨発生頻度, 長期変化トレンド, 降水確率関数, 近似方法

1. 背景と目的

近年, 豪雨災害の頻発化が心配されているが, 災害を引き起こすような大雨はそもそも出現頻度の低い現象であり, 限られた観測期間の中でその低頻度現象の発生頻度変化を調べることは統計的に容易ではない. 統計的有意性を確保するためには解析対象のサンプル数を十分に確保する必要がある. この観点から, 藤本[1]は, 大雨の発生頻度変化を調べるために小雨も含む全日降水量データから各年の降水確率関数を求め, その近似関数の長期変化を解析する手法を考案した. それを引き継いだ丹[2]は, 日降水量 50mm 以上となる確率関数近似値を「大雨発生指標」と定め, 1961~2009 年における長期変化トレンドの日本国内の地域分布を示した. 一方, 田中[3]は, 大雨発生頻度の変化傾向を季節ごとに解析するため, 「大雨発生指標」を日降水量 10mm 以上の確率関数近似値と再定義して解析した. しかし, この場合の「大雨発生指標」の全国平均値が 20.1%, つまり約 5 日に 1 回の確率で 10mm 以上の雨が発生するという不自然な結果を示した. これは藤本[1]以来, 踏襲されてきた解析手法に内因する問題であることから, 本研究では, 改めて降水確率関数の近似方法として複数案を比較検討することで, 最適な解析手法を評価することを目的とする.

2. 研究方法

日本全国の気象庁地上気象観測所 152 地点における 1961~2023 年 63 年間の日降水量データを使用した. 各地点で各年の降水確率関数(式1)の分布に対し, 日降水量 10mm間隔にデータ密度を均一化してから近似する手法と, データ密度を変更しないまま近似する手法の 2 種類を実施した. この 2 種類の違いは, サンプル数の多い小雨とサンプル数の少ない大雨というデータ密度のままの場合は小雨に重みを置く解析と言え, データ密度を均一化する場合は相対的に大雨の重みを増す解析と言える. さらに, この 2 種類の降水確率関数分布に対して, 指数関数近似, 対数関数近似, 直線近似を実施した. それぞれの近似式(2~4)の係数 α , β , γ が大雨の発生頻度を表現する数値となる.

$$\text{降水確率関数}(\%) = \frac{\text{日降水量が } x \text{ mm 以上の積算日数}}{\text{対象時季の総日数}} \times 100 \cdots (1)$$

指数関数近似式: $y = c_1 \exp(\alpha \cdot x) \cdots (2)$, 対数関数近似式: $y = \beta \ln x + c_2 \cdots (3)$, 直線近似式: $y = \gamma \cdot x + c_3 \cdots (4)$
式(2~4)において x は日降水量, y は降水確率関数を示し, α , β , γ , $c_1 \sim c_3$ は近似で求まる係数である. また指数関数近似と対数関数近似の場合には, 式(2, 3)において日降水量 $x = 50\text{mm}$ の近似値 y を「大雨発生指標」と定義する. これら α , β , γ の 3 つの係数と 2 つの「大雨発生指標」の 5 通りで長期変化トレンドを解析した. 前述 2 種類のデータ密度との組み合わせで合計 10 通りの解析手法となり, これらの解析結果を比較考察することで, 各手法の適性について考察, 評価した.

3. 結果と考察

まず, 降水確率関数のデータ密度を均一化しない場合の解析の場合には, 例えば対数関数近似による「大雨発生指標」の平均値分布において, 全国分布の中で北海道中央部に大雨が発生しやすいという不自然な結果を示した. これは降水確率関数のデータ分布が小雨に偏っていることから, 小雨のデータ分布のわずかな違いが過大評価されてしまった結果と思われる. よって, データ密度に関しては等間隔に均一化してから近似する解析手法の方が適切と考えられる.

次に、データ密度を 10mm 間隔に均一化した降水確率関数について、最大値が算出された 1999 年屋久島と最小値が算出された 2020 年網走の例を図 1 に示す。対数関数近似による日降水量 50mm の近似値「大雨発生指標」に着目すると、降水量の多い屋久島では「大雨発生指標」が過大評価、逆に降水量の少ない網走では「大雨発生指標」が過小評価される。つまり、地域によって大きくばらつく降水量に対して、全国一律の基準値を設ける「大雨発生指標」を用いた解析手法は適切ではないと考えられる。

続いて、各近似式の係数 α 、 β 、 γ で評価する手法について考察する。まず直線近似の係数 γ の場合は、北海道浦賀における平均値が九州と同等に大きく、これは九州並みの大雨が発生しやすいという不自然な結果であり、この γ を用いた解析手法も適切でないと判断した。そして、指数関数近似の係数 α と対数関数近似の係数 β について、平均値分布は両者は同等な結果を示した。図 2 に代表して α の平均値分布を示す。南西諸島から九州、四国～紀伊半島～東海地方の太平洋沿岸において、平均的に大雨が発生しやすいという、一般的によく知られた地域分布傾向を示しており、この解析手法の適性を裏づける。そして、 α と β の長期変化トレンド分布をそれぞれ図 3、4 に示す。いずれも特に九州や関東付近で大雨発生頻度が顕著に増大している結果である。両者の解析結果には地域による多少の差異はあるが、優劣はつけ難い。そこで、指数関数と対数関数の性質を考慮して考察する。藤本[1]は大きな降水量 x に対する降水確率関数を近似する自由度が高い点で対数関数近似の方が大雨の発生頻度変化を敏感に反映するであろうと考察したが、図 3、4 に有意な差がみられないのであれば、降水確率関数 y の値が正の値に限定される点において指数関数の方がより良い近似と言える。したがって本研究では、指数関数近似の係数 α を用いた解析手法が最適ではないかと結論する。

4. まとめ

藤本[1]以来、踏襲されてきた対数関数近似による手法と指数関数近似による手法とに有意な差異が認め難く、降水確率関数の分布特性を考慮して指数関数近似の方が妥当性は高いと考える。なお丹[2]の結果に比べ、全国的に長期変化トレンドが正值に偏り、近年の大雨多発傾向を反映した結果と言える。

引用文献

- [1] 藤本亜希子: 西南日本における大雨発生頻度の最近 47 年間にわたる変化傾向に関する研究. 修論, 62pp. (2009)
- [2] 丹俊二: 最近 49 年間の日本全国における大雨発生確率の変化傾向に関する研究. 卒論, 47pp. (2011)
- [3] 田中寛之: 日本における大雨発生確率の季節別変化傾向に関する研究. 卒論, 26pp. (2024)

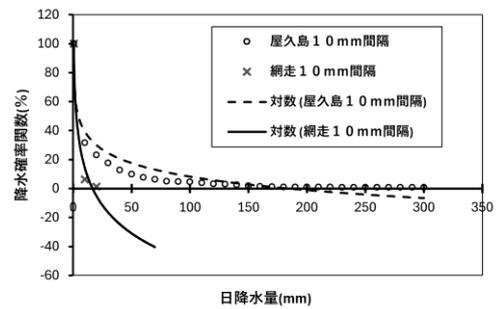


図 1. 1999 年屋久島と 2020 年網走における降水確率関数の対数関数近似の例。



図 2. データ密度を均一化して指数関数近似した場合の係数 α の平均値分布(全国平均値-0.0521 からの偏差で示す)。

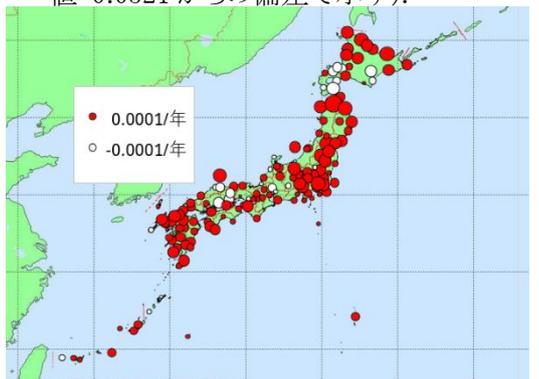


図 3. データ密度を均一化して指数関数近似した場合の係数 α の長期変化トレンド分布。



図 4. データ密度を均一化して対数関数近似した場合の係数 β の長期変化トレンド分布。