

「極端な豪雨の再現期間推定精度に関する検討」(藤部 2010) に対する質疑

二 宮 洸 三*

要 旨

天気掲載論文「極端な豪雨の再現期間推定精度に関する検討」(藤部 2010) について、理解を深めるため幾つかの質問をします。

1. はじめに

極端な豪雨の再現期間推定について、多くの教科書や論文が発表されており、また問題点・限界についても論じられている。藤部 (2010) はこの問題をより深く考究されていますが、十分に理解できない幾つかの部分があり、疑問を持ちました。これらについて質問し理解を深めたいと思います。質問は大別して、「分かり難い表現」などの個別の事項と、推定の基礎となる「仮定」または「条件」、「論理の整合性」、「擬似データの作成」、「結果の解釈」と実際の気象現象との実態的な関わりについてです。

この質問を書くにあたり、基礎的なテキストを復習しました。Sumner (1988) では降水物理過程、各種降水システムなどの気象現象に関する章の後に、殆ど独立した数理統計の章が続き、前後の関連が分かりません。Wilks (1995) では数理統計が中心で、気象現象との関係が分かりませんでした。この論文でも実態的に理解できない箇所があり、御教示をお願いします。

2. 個別事項への質問と討論

(1) p. 449左中部 「年極値の現れ方が確率過程に支

配され、それに伴うランダムな変動(確率変動)がデータに含まれるため」について;

「それ(確率変動)に伴うランダムな変動が含まれる」と書かれていますが、確率過程はそもそもランダムな変動をも包括する概念だと思います。擬似データ作成では「乱数」を使用しています。「ランダムな確率変動」は「想定した確率分布からかけ離れたデータもある」の意味ではありませんか。「想定した確率分布からかけ離れたデータ」も、ランダムと限らず、系統的にかけ離れているケースもあるのでは?

「確率変動」の用語が論文の各所で使われていますが、その実態の意味を理解する上でも上記の疑問がもたれます。また「確率変動」の英語表現を御示し下さい(英語表現を併記すると意味が明瞭になります)。

(2) p. 450左上部 「同じ確率分布に従う互いに独立な多くのデータ(同一分布・独立・多数のデータ)の極値が理論上 GEV に従う」および「日々の観測値を同一分布・独立・多数のデータとみなすことができればその年極値は GEV に従う」について;

これは数理統計学上の前提条件ですが、「多数」は実際には「観測期間」を意味すると思われます。具体的にはどのような期間を想定していますか。

「極値」の定義を御示し下さい。「極値」がなぜ「年極値」に限定されるかの理由も御示し下さい。「暖候期極値」(半年間極値)、「2年間極値」、「5年間極値」、「10年間極値」も「極値」ですか?

この論文では、日降水量の確率分布には言及・確認が無く、「年極値分布が近似的に GEV に従うとする

* 海洋研究開発機構地球環境変動領域。
nmiya@jamstec.go.jp

—2010年9月16日受領—
—2010年12月6日受理—

経験的事実」のみを論拠としています。基本仮定である日降水量の同一確率分布は確認されていません。

(3) p. 450左中部 「日々の観測値を同一分布・独立・多数のデータとみなすことができればその年極値はGEVに従う」について；

日データについての前提条件が述べられています。これは「2日降水量」についても当てはまる事でしょうか？「5日降水量」,「10日降水量」にも当てはまるのでしょうか？

(4) p. 450右上部 「(2) 式」 について；

常用対数ではなく自然対数です。lnが慣用です。

(5) p. 450右下部 「敷居値 u が充分大きいと言う前提」 について；

「充分に大きい」日降水量の具体的な大きさを御示し下さい。p. 450左上部の仮定(前提)と「敷居値 u が充分大きいと言う前提」とはどのように関係しますか。

(6) p. 451左下部 「パラメーターが決まると」 について；

仮定法の記事ですが、「必ずパラメーターが決まる」と理解して良いですか？

(7) p. 452左上部 「手順を繰り返すモンテカルロ…」 について；

実際には、何回ほど繰り返せば収束するのですか？

(8) p. 452左下部-右上部 「擬似データでは $M=20$ 」 について；

実データでは $M=3$ を適用できるのに、なぜ擬似データでは $M=20$ が必要であるのかの実質的意味が不明です。「敷居値 u が充分大きいと言う前提」に抵触しないのですか？なぜ、擬似データでは、 $M=3$ で降水年極大日が見れない年があるのですか？このような事は実データでは起こらないとのことですが、擬似データと実データの本質的差異があるのですか？

(9) p. 452右上部 「擬似データを10000個の地点」 について；

「10000個の地点」が必要な理由を御説明下さい。

(10) p. 452右下部 「 x は文脈によっては」 について；

科学論文・報告では、文脈による読者の判断に頼らず、具体的な明示が望まれます。

(11) p. 452右下部 「地点の数...を想定している。」 について；

「全地点を一組にして x の平均値を使う」事と理解して良いですか？

(12) p. 455左中部 「第3図」 について；

縦軸は自然対数と明記すべきです。第3図の縦軸の数値、2, 4, 6, 8, 10はそれぞれ、7.4, 54, 403, 2981, 22025年に対応しますから、この図の示す結果は「a図で有意に推定可能なのは再来期間~100年の事象であり」、 「b図で推定可能なのは再来期間~10年の事象である。」です。つまり観測期間を超えた再現期間の有意の推定は不可能なことを示しています。これは本報告の重要で実用的な結論として強調されるべきです。

(13) p. 460右中部 「母集団の非定常性」 について；

「確率変動」と「母集団の非定常性」の差異と関係について実態的な気象現象に即して具体的な説明(解説)をお願いします。母集団が定常でも、分布確率は一樣とは限らないのですか？母集団が非定常でも確率変動が小さいこともありうるのですか？母集団が非定常なら分布確率が変化するのですか？また「母集団の定常性」はどのようにして確認するのですか？

(14) p. 460右中部 「彦根の事例の非現実性」 について；

どのような根拠に基づいて、この事例の再現期間を非現実的と判断するのですか？第3, 4, および5表の事例でも、どれが現実的で、どれが非現実的であるか、どのような判定基準があるのでしょうか？

3. 基本的な疑問

すでに伺った個別事項のについての疑問は、さかのほれば、幾つかの基本的な疑問に行き着きます。

(a) 「同じ確率分布に従う互いに独立な多くのデータ(同一分布・独立・多数のデータ)の極値が理論上GEVに従う性質がある」の前提における「極値」はどのような「期間における極値」であるのかを明記ください(他のテキストでも明確に説明されていません)。「母集団の非定常性」が問題視されていますが、「同一分布・独立・多数」と「母集団の定常性」とはどのように関係するのですか？「母集団の定常性、非定常性」について、実際の気象現象に即した説明をお願いします。

(b) 「日々の観測値を同一分布・独立・多数のデータと見なすことができれば、その年極値はGEVに従うはずである」と説明されていますが、「日々の観測値についての仮定の成立」についての確認はありません。「年極値が近似的にGEVに従う」という経験的

事実のみを根拠にしている事を明記すべきだと思います。

(c) 擬似データの作成においても、基本的前提である「日降水量の擬似データ」の作成から始める必要はないのでしょうか？

4. さらに理解を深めたい問題

(a) 基本的背景情報として、「同一分布・独立・多数のデータの極値が理論上 GEV に従う性質がある」に関して、気象現象以外にどんな事象があるのかを御教え下さい。

(b) p. 450 左中部 「GEV のほかに幾つかの分布関数を用意し」について；

この場合は、「日降水量の一定確率分布が記述されないケース」を想定しているのですか？ それとも、「日降水量について、異なる幾つかの確率分布が共存している」ことを想定しているのですか？ 本論文の主題ではありませんが、基本的背景情報としてお尋ねします。

(c) 第 3, 4, 5 表に示された各事例の降水の様相(時間的・空間的集中性)や、発現の環境場も、非常に異なります。これらが同一確率分布に従った現象であるか否かは、どのように確認するのですか？ この様な特異現象に関しては、数理統計学的推定にとどまらず、現象の実態を記録として残す事、さらにはその発現過程・環境場についての解析も必要だと思います。

(d) 実際の気象では、ミクロ的降水物理過程、層雲・積雲過程、雲クラスター、メソスケール擾乱、低気

圧・前線、台風等が降水を発現させ、地形的な要因も加わり、さらに長期的な大気・海洋変動も現れています。このような複雑系の現象が引き起こす「日降水量」が、特異ケースまでも含めて、単一な確率分布則に従うことは、どのよう理解したらよいのでしょうか。

5. 結論について

「日降水量の年極値が経験的に、近似的に GEV に従う」ことのみを根拠にしていることを明記すべきと考えます。「近似的経験則」は実用的にも有用であります。しかし、第 3 図が示すように、観測期間を超える再来期間を有意に推定することは不可能なことも明記されるべきです。一方、実用的に社会が要請している防災情報は、25年、50年、或いは100年の再来期間についての降水量(外山・水野 2002)であり(それ以上の再来期間については、実際的な防災対応は取り得ないから)、本報告は十分な意義を持ちます。

参考文献

- 藤部文昭, 2010: 極端な豪雨の再現期間推定精度に関する検討. 天気, 57, 449-461.
- Sumner, G., 1988: Precipitation Process and Analysis. Wiley, 455 pp.
- 外山奈央子, 水野 量, 2002: L-moments を用いた地域頻度解析による全国アメダス地点における確率雨量の推定. 研究時報, 54, 55-100.
- Wilks, D. S., 1995: Statistical Methods in the Atmospheric Sciences. Academic Press, 467 pp.

Comment and Questions on “Assessment of Uncertainty in Estimating the Return Periods of Extreme Rainfalls” by Fujibe (2010)

Kozo NINOMIYA*

* Research Institute for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3173-25, Showa-machi, Kanazawaku, Yokohama 236-0001, Japan.

(Received 16 September 2010 ; Accepted 6 December 2010)