

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

広島工業大学大学院 環境学研究科 地域環境科学専攻

M210711 藤本 亜希子

1. はじめに

近年，地球温暖化に伴い，極端な大気現象，いわゆる「異常気象」の多発化が懸念されている¹⁾．特に局地的な「集中豪雨」が頻発しているか否かは，災害との関連から社会的関心も高い．気象庁によると²⁾，月降水量が平年値統計期間における最小値以下となる異常小雨よりも同期間における最大値以上となる異常多雨の出現頻度が年々多くなっている．そのほか大雨／豪雨の発生頻度の変化に関するこれまでの研究例は，例えば日降水量 100 mm 以上の年間日数等，ある閾値以上の降水発生回数の変化を調べたものが多い．そのため，もともと発生確率の低い極端現象の増減を，限られた統計期間の中で論じるという，統計的困難さを避けられなかった．そこで本研究では，大雨の発生回数のみに着目するのではなく，小雨と大雨の発生頻度の相対的な分布傾向に着目することで，「極値」のみでなく全観測データを反映した統計的傾向が探れないかと考えた．

2. 使用データ・解析方法

2.1 使用データ

中四国地方以西の西南日本における気象庁地上観測所全 56 地点での 1961～2007 年 47 年間にわたる日降水量データを使用した．

2.2 階級別日降水量発生頻度による解析

まず，各地点，各年の日降水量を 5，10，20，30，40，50，100，150，200 mm を境界とする 10 階級に分類し，各階級の発生頻度を次式 (1) で求めた．

$$\text{階級別日降水量発生頻度}(\%) = \frac{\text{階級別降水日数}}{\text{年間降水日数}} \times 100 \dots (1)$$

当然，小雨の発生頻度が高く大雨の発生頻度は低くなる．その頻度分布を指数関数，対数関数，一次関数の 3 種の曲直線で近似し，この近似曲線の係数で小雨～大雨の相対的な発生頻度分布傾向を代表させることを試みた．

図 1 は，典型的な階級別日降水量発生頻度分布として，広島市における 1963 年と 2004 年の例を比較

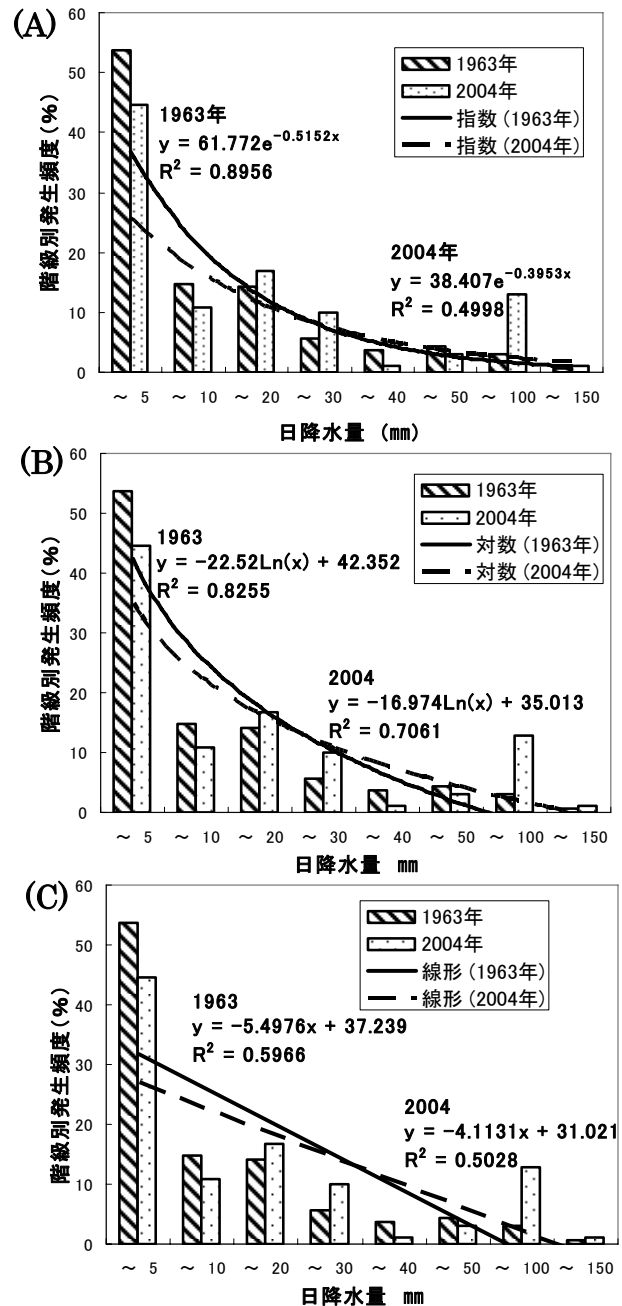


図 1. 広島市における 1963 年と 2004 年の階級別日降水量発生頻度分布の比較

(A : 指数近似, B : 対数近似, C : 線形近似)

している。日降水量が 10 mm 以下のような小雨の発生頻度は 1963 年の方が上回っているが、大雨の頻度については 2004 年の方が上回る傾向がみられる。図 1 (A) では、この傾向を指数関数

$$y = C_1 \exp(\alpha \cdot x) \quad \dots (2)$$

で近似しており、係数 α が大きいほど（負値の絶対値が小さいほど）、相対的に小雨の発生頻度が低く、大雨の発生頻度が高くなることを意味する。また図 1 (B) の対数関数

$$y = \beta \ln x + C_2 \quad \dots (3)$$

や図 1 (C) の一次関数

$$y = \gamma \cdot x + C_3 \quad \dots (4)$$

の場合も同様に、各係数 β , γ が大きいほど、大雨の発生頻度が相対的に高くなることを意味する。これらの 3 つの係数 α , β , γ を年ごとに求めてその 47 年間の変化トレンドを調べた。

2.3 積算日降水量発生頻度による解析

一方、各階級間の境界降水量の設定によっては、解析結果が異なる可能性が考えられる。そこで中四国地方 23 地点については、「積算日降水量発生頻度」を用いた解析も実施した。各地点、各年の日降水量が x mm 以上となる積算日降水量発生頻度： $P(x)$ を次式 (5) で求めた。

$$\text{積算日降水量発生頻度} : P(x) (\%) = \frac{\text{日降水量が } x \text{ mm 以上の積算日数}}{\text{年間降水日数}} \times 100 \quad \dots (5)$$

この積算日降水量発生頻度の分布は、階級別日降水量発生頻度分布と異なり、降水量を階級に区分する必要はなく、人為の入る余地のない連続関数となる。図 2 は広島市における 1963 年と 2004 年の積算日降水量発生頻度分布を比較した例である。全体的に 2004 年の方が 1963 年よりも積算日降水量発生頻度が上回っていることがわかる。そこで、この積算日降水量発生頻度分布を近似する対数関数において、積算発生頻度が 50% となる日降水量値の変化トレンドを調べた。

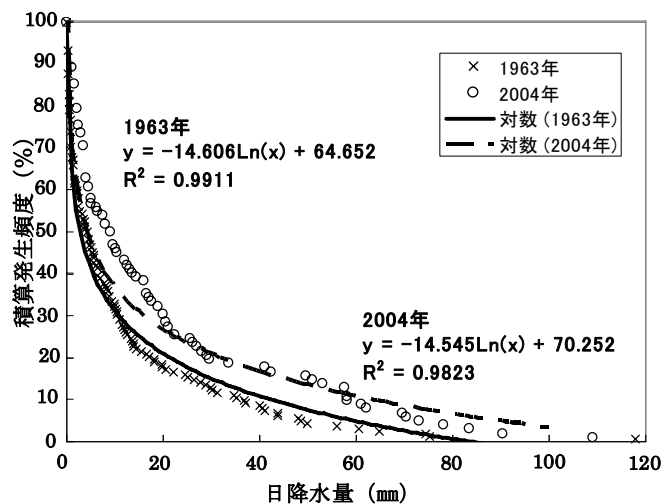


図 2. 広島市における 1963 年と 2004 年の積算日降水量積算発生頻度の比較

3. 解析結果と考察

3.1 「大雨発生頻度係数」の定義と性格

指数近似や線形近似による係数 α , γ の変化トレンドでは、増大傾向を示す地点と、減少傾向を示す地点が混在し、残念ながら有意な結果は認め難かった。しかし、対数近似による係数 β の変化トレンドでは、解析対象 56 地点中、徳島市と鹿児島県沖永良部の 2 地点の例外を除く 54 地点において、各地点での相関係数は低いながらも、共通して増大傾向を示した。

指数曲線は x 軸に漸近する性格上、最小二乗法で近似する場合にもともと絶対値の小さな大雨の発生頻度よりも絶対値が大きい小雨の頻度分布傾向に近似結果が大きな影響を受けたと考えられる。つまり、小雨の頻度変化に重みをおいた解析結果といえる。対数近似による解析の場合には逆に、大雨の頻度変化に重みをおいた解析と考えられる。線形近似の場合には、いずれにも重みをおいていないように思われるが、絶対値の大きな小雨発生頻度の方が年々の変動幅も大きいことから、結果的にはその小雨発生頻度の変化傾向に追随しているのであろう。

すなわち、大雨の発生頻度の変化に重きをおくのであれば、指数近似や線形近似よりも対数近似の係数 β を指標とする方が妥当と考えられる。そしてその係数 β が、西南日本56地点中、2地点を除く54地点で共通して増大トレンドを示したという結果は、個々の地点における統計的有意性の低さを上回る意味を持っているといえよう。そこで、本研究ではこの対数近似による係数 β を「大雨発生頻度係数」と定義して解析を進めた。

3.2 大雨発生頻度係数の地域特性

西南日本における大雨発生頻度係数の47年間平均値は、高知市、室戸岬など四国地方太平洋側や、九州地方、南西諸島で高くなっている。これらの地域はもともと大雨が多発している地域であることと合致する。次いで、中国地方瀬戸内海側、日本海側、四国地方瀬戸内海側の順で大雨発生頻度係数の地域平均値は下がる。瀬戸内海沿岸地域はもともと少雨地域であることや、日本海側は多雪地域ではあるものの梅雨や台風の影響が比較的小さいという地域的特徴にほぼ合致している。この結果は大雨発生頻度係数の正当性を裏付けるものと言えよう。

3.3 大雨発生頻度係数の経年変化

図3は、西南日本56地点における大雨発生頻度係数の経年変化率の分布図である。福岡市で最大値0.14/年を示し、ついで長崎県平戸市0.12/年、那覇市0.11/年の順で小さくなっており、前述の通り例外2地点を除く54地点で正值の増大傾向を示した。

また、九州、四国ではそれぞれ西側の方が東側よりも経年変化率が大きくなっている傾向が見受けられる。これは、移動性低気圧や台風が西寄りから移動してきやすいことや、夏季の「湿舌」と呼ばれる湿った空気が南シナ海や太平洋西部の熱帯域から太平洋高気圧の縁に沿って南～南西方向から流れ込みやすいことが関係している可能性がある。つまり、九州および四国の西側、そして南西諸島の地域は、水蒸気が流入しやすい地域であり、そこで大雨発生頻度の増大傾向が強くなっているということは、水蒸気移流がより活発化しつつあることを示しているのかも知れない。

3.4 大雨発生頻度係数と気温上昇率の相関

温暖化に伴う集中豪雨の多発化説に関連して、各地点における大雨発生頻度係数の平均値、経年変化率と気温上昇率³⁾との相関を調べた。しかし、各地点における大雨発生頻度係数の平均値は、前述した通り、降水分布の気候的地域特性を示すものであ

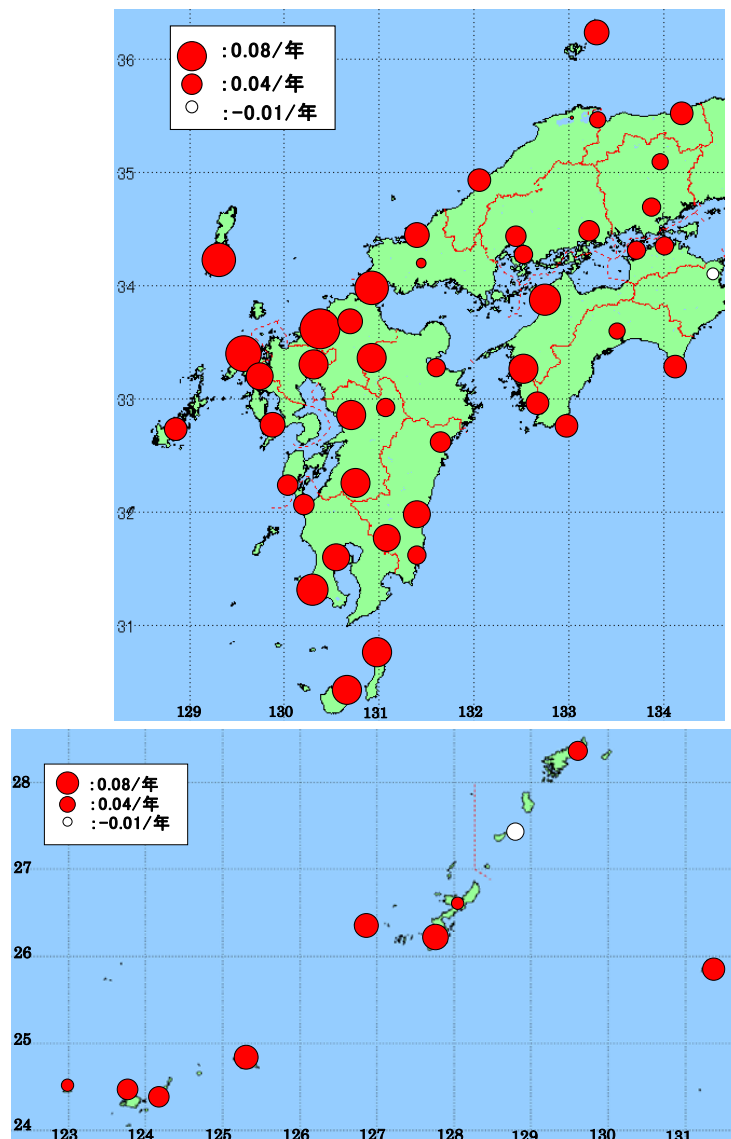


図3. 大雨発生頻度係数の経年変化率分布
(上：中四国九州地方，下：南西諸島)

り、気温上昇率とは無相関であった。また、大雨発生頻度係数の経年変化率と気温上昇率についても有意な結果は得られなかった。大雨／豪雨の多発化は、個別の都市においてヒートアイランドが強化されることによる大気的不安定化だけでは説明し難いということであり、大雨／豪雨のもととなる水蒸気の供給量を考慮することが不可欠だと考えられる。

3.5 積算日降水量発生頻度による解析

図4は、中四国地方における積算日降水量発生頻度近似値が50%となる日降水量の経年変化率の分布図である。中四国地方23地点中、岡山市、鳥取県境市の2地点を除く21地点で、相関係数は低いながらも増大トレンドを示した。最大の増大率は、高知市の0.012mm/年であり、次いで下関市0.011mm/年、松山市0.010mm/年の順で小さくなっている。下関市と松山市は、大雨発生頻度係数の経年変化率でも中四国地方の第1、2位を示している等、細かい差異を除いて、この積算日降水量発生頻度で解析した結果(図4)と大雨発生頻度係数による解析結果(図3)は、経年変化率の地域分布傾向として似ている。さらに、この両手法による経年変化率には良好な正の相関も確認できた。このことから大雨発生頻度係数による解析手法に対して危惧された、各階級間の境界降水量の設定の仕方による影響はさほど重大ではないと考えられる。

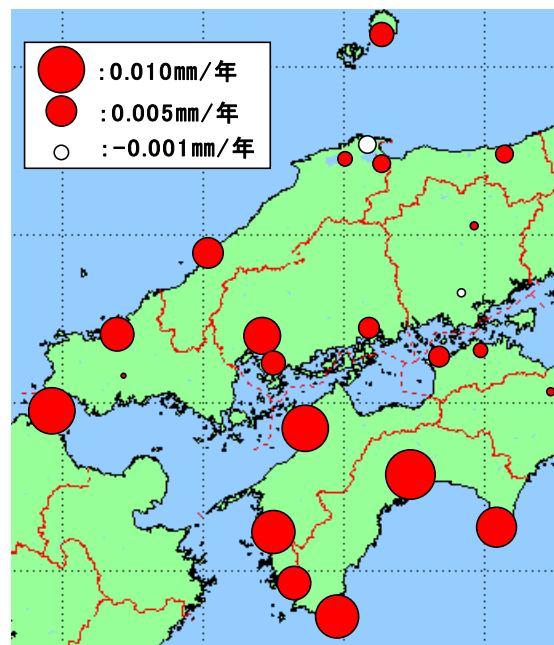


図4. 中四国地方における積算日降水量発生頻度近似値が50%となる日降水量の経年変化率分布

4. まとめ

大雨発生頻度の変化傾向を把握するために、各年の階級別日降水量発生頻度分布を近似する対数関数の係数によって、大雨の発生頻度を比較的良く代表させられるという新たな解析手法を考案した。そしてその解析結果によって、西南日本における大雨の発生頻度が最近47年間に増大している傾向を示した。特に、九州の西側、南西諸島、四国の西側で、大雨発生頻度の増大率が高い傾向がみられた。

また、積算日降水量発生頻度を用いて解析した結果も、中四国地方における階級別日降水量発生頻度による解析結果と大局的には同様の結果となった。今後は、改良されたこの積算日降水量発生頻度による解析手法をさらに広域に適用して解析していくことが望まれる。

ただし、大雨発生頻度増大傾向の地域差をもたらす要因については、今回は明確な結論には至らなかった。今後、各地点での温暖化傾向のみならず、水蒸気移流量に関する定量的な検討、解析を踏まえて考察を深める必要があろう。

参考文献

- 1) IPCC : Climate Change 2007. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge Univ. press, 996pp. (2007)
- 2) 気象庁:異常気象レポート2005. 近年における世界の異常気象と気候変動～その実態と見通し～(VII). 383pp. (2005)
- 3) 春田裕量 : 四国地方における温暖化傾向の地域比較に関する研究. 平成19年度広島工業大学環境学部環境情報学科卒業論文, 33pp. (2008)