

米代川流域における降水の地点発生確率と空間発生確率の関係

東北大学工学部 学生会員 ○柳澤 創

東北大学大学院 正 会 員 風間 聡

東北大学大学院 正 会 員 井上 亮

1. はじめに

近年地球温暖化などに伴う気候変動により、日本における降水パターンと降水量に変化が生じている。葛葉らは最近 60 年にわたって AMeDAS データを解析し、日本の年降水量が増加していることを示した¹⁾。また、池山らは、近年、以前には見られなかったような短時間集中降雨が増加傾向であることを確認した²⁾。以上のことから、将来的に極値降水に伴う災害の増加が懸念されている。極値降水の影響は河川などを通じて、広範囲に広がることが多い。そのため、治水計画を行う上で、点ではなく面的に降水の空間特性を把握し、治水計画を行う必要がある。菅原らは RA 式を用いて確率降水の空間発生確率を求めた³⁾。しかし、実際の空間発生確率の計算は行われていない。そのため、本研究では 1988～2016 年のレーダー・アメダス解析雨量を用いて確率降水の空間分布を作成した。研究目的は、極値降水の地点発生確率から空間発生確率を求め、極値降水の性質を明らかにすることである。

2. 対象地域・データセット

対象地域は秋田県北部に位置する米代川流域である。米代川流域は東北地方において 5 番目の大きさであり、幹川流路延長 136km、流域面積 4100km² の一級河川である。気象庁が提供している 1988～2016 年のレーダー・アメダス解析雨量を使用した。5km×5km を 1 つの基本メッシュとし、対象地域を含む領域を 18×15 メッシュに分割し解析を行った。解析雨量は期間により格子間隔が異なるが、データを均質にするため、格子間隔を統一した。また、時間間隔を 1 時間に設定した。

3. 確率降水の空間分布の作成手順

1988～2016 年のレーダー・アメダス解析雨量を用いた確率降水の空間分布の作成手順を以下に示す。

- 1) レーダー・アメダス解析雨量から年毎の各メッシュにおける年最大時間降水量を抽出する。

- 2) 各メッシュにおける 29 年分の年最大時間降水量を GEV 分布、PWM 法を用いて頻度解析することにより確率降水量の空間分布を作成する。

4. 降水の空間発生確率

各メッシュにおける確率降水量と年最大時間降水量を比較することにより、確率降水が 29 年間に於いて何年間発生しているのかを計算する。対象地域を矩形に分割し、空間発生確率を求める区画を設定した。空間発生確率は年間に区画内の 1 メッシュ以上において確率降水を観測する確率である。この区画の面積が増えると空間発生確率も増加する。また、空間発生確率は対象地域内に複数できる区画の平均値とする。次に、解析により得られた空間発生確率と理論的に求まる空間発生確率を比較するために、空間発生確率の理論値を求める式(1)を示す。また、10 年降水と 100 年降水における理論的な空間発生確率と実測値から得られた空間発生確率の比較グラフを図-1,2 に示す。

$$P = \frac{1}{n^k} \{ (n-1)^{k-1} \cdot {}_k C_1 + (n-1)^{k-2} \cdot {}_k C_2 + \cdots + (n-1)^{k-k} \cdot {}_k C_k \} \quad \cdots(1)$$

P : 対象面積における空間発生確率

k : 項数 (対象面積: メッシュ数)

n : リターンピリオド (年)

空間発生確率について、再現期間に関わらず解析値は理論値より低い値をとることが分かった。理論値と解析値に差異が出る原因は各メッシュ間の降水の独立性に関係する。独立性の指標として降水発生面積毎の理論に対する降水発生頻度を示す重み係数 a を導入する。重み係数は理論値に対する解析値の割合である。重み係数を含んだ理論式を式(2)に示す。

$$P = \frac{1}{n^k} \{ a_1 \cdot (n-1)^{k-1} \cdot {}_k C_1 + a_2 \cdot (n-1)^{k-2} \cdot {}_k C_2 + \cdots + a_k \cdot (n-1)^{k-k} \cdot {}_k C_k \} \quad \cdots(2)$$

$a_i (i = 1, k)$: 重み係数

キーワード: 極値降水 レーダー・アメダス解析雨量 再現期間

連絡先: 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 東北大学工学研究科土木工学専攻 水環境システム学研究室

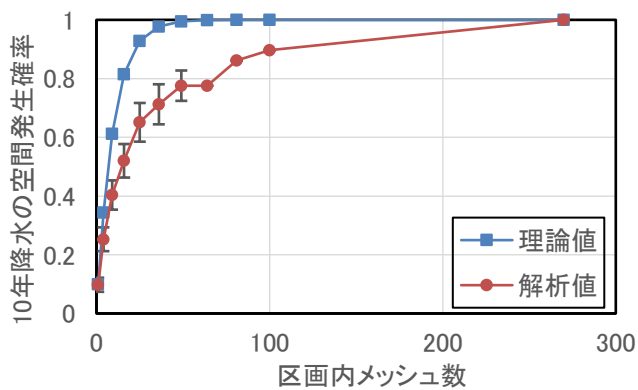


図-1 RP10 の空間発生確率

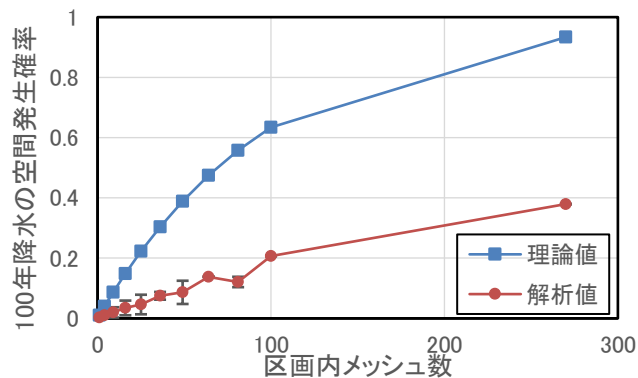


図-2 RP100 の空間発生確率

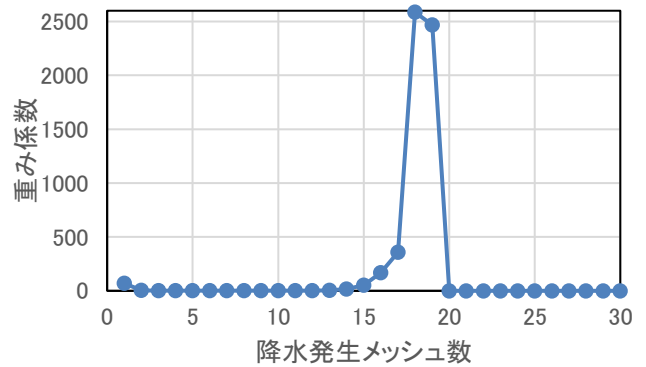


図-3 降水発生メッシュ数毎の重み係数(全体図)

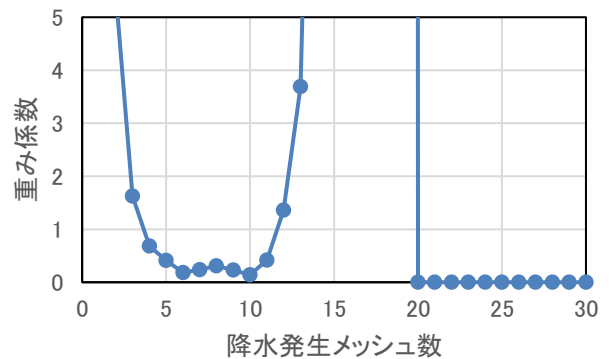


図-4 降水発生メッシュ数毎の重み係数(拡大図)

5. 重み係数と雨の独立性

例として RP10 年、対象面積 64 メッシュの場合の重み係数と降水発生面積の関係を図-3.4 に示す。重み係数が 1 の場合、極値降水発生の独立性が高いことを示している。図-3.4 から、降水発生面積が 11 メッシュ程度までは、降水発生がメッシュ毎に比較的独立であり、理論確率通りに降水が発生していることが分かる。一方、降水発生面積が 12 から 18 メッシュの場合、重み係数の値は増大する。これは、降水が理論上ほとんど発生するはずのない面積（メッシュ数）において、発生していることを意味する。19 メッシュ以上では降水の発生自体が確認できない。

6. まとめ

レーダー・アメダス解析雨量を用いて、極値降水の空間発生確率を知ることが目的とした。得られた結論を示す。

- 1) 降水の空間発生確率は理論から求まる値より、実測値のほうが小さい値を示す。この傾向はリターンペリオドにより変化しない。
- 2) 極値降水は理論確率通りに空間的に発生しておらず、降水の独立性の違いにより、理論通りに観測さ

れる場合と、大幅に理論より高確率に観測される場合がある。

謝辞

本研究は、科学研究費補助金（19K21982、代表：風間聡）の助成を受けたものである。また、気候変動適応技術社会実装プログラム（SI-CAT）、三井共同建設コンサルタントの支援により実施された。本研究の公表について澤本正樹研究発表奨励金の援助を受けた。ここに記して、感謝の意を示す。

参考文献

- 1) 葛葉泰久，千田眞喜子：AMeDAS と d4PDF データを用いた降水量の非定常性と極値に関する考察，土木学会論文集 B1 (水工学)，Vol.74, No.4, p.1_325-1_330, 2018.
- 2) 池山和美，吉田武郎，皆川裕樹，久保田富次郎：雨量と時間集中度からみた強雨の長期的変化に関する分析，水文・水資源学会研究発表会要旨集，p.128-，2019.
- 3) 菅原雄太，風間聡，峠嘉哉：レーダー・アメダス解析雨量を用いた極値降水の空間分布特性の分析，土木学会論文集 B1, Vol.74, No.4, p.1_343-1_348, 2018.