

# 不確実性を反映させた気候変動リスク評価のための豪雨の模擬発生法 Generation Method of Heavy Rainfalls to Evaluate Climate Change Risks Reflecting Its Uncertainty

○皆川裕樹\* 増本隆夫\*\* 池山和美\*\*

○MINAKAWA Hiroki・MASUMOTO Takao・IKEYAMA Kazumi

## 1. はじめに

将来の気候変動によって豪雨は強大化すると予見され、それによる水害リスクの上昇が予測されている。しかし、このリスクを評価する上で欠かせない気候予測モデル(GCM)による気候値を使用するには、一般にバイアス補正や時空間的ダウンスケールといった前処理が必要となり、高度な専門知識が求められる。さらに、モデル構造の違い等から気候シナリオ(気候値の時系列データ)毎に結果が大きくばらつき、それがリスク評価の不確実性に繋がるため、この不確実性の評価が課題となる。そこで本研究では、水害等に対する気候変動のリスク評価に用いるための豪雨データを効率的に得ることを目的とする。ここでは気候シナリオを複数入手し、それぞれのシナリオで豪雨特性を把握する。さらに、その豪雨特性値のシナリオ間差異を気候予測の不確実性と位置付け、その不確実性を考慮して生成した疑似の気候シナリオとその下で発生しうる豪雨を多数得る手法を提案する。

## 2. 気候シナリオの収集と豪雨特性の抽出

対象地区は石川県加賀三湖地区とした。まず第5期結合モデル相互比較プロジェクトから、豪雨の再現性を重視して空間解像度が比較的小さい5GCMを選択し、そこから現在(1981~2005年)と将来(2026~2100年)で初期値を変え計算した日雨量の気候シナリオを複数収集した(**Table 1**)。さらに将来期間は、3つのRCPシナリオ(2.6、4.5、8.5)で同様に収集した(収集数は現在で15個、将来は各RCPシナリオで11個ずつ)。各シナリオは逆距離内挿法により5km間隔にDSした後、雨量のバイアス補正法にCDFマッピング法を適用して最終的に流域平均雨量で整理した。さらに**Table 2**に示す期間に分割し、期間毎に3日雨量100mm以上を満たすイベントを豪雨として抜き出した。そこから豪雨特性を示す成分として1)月別の豪雨発生頻度と、豪雨量強度の2)平均と3)変動係数をシナリオ毎に求め、特性値の組合せでシナリオを特徴付けた。

## 3. 気候変動の不確実性を考慮した豪雨の発生手順

模擬発生には、ある一定以上の雨量を持つ豪雨の発生に特化した皆川ら(2014)の手法を用いた。模擬発生は**Table 2**の期間別を実施し、期間長25年を1セットとして任意の回数繰り返す。本手法の中で、上記1)~3)をパラメータとして採用すると、その値の組合せであるシナリオの特徴を模擬豪雨に反映させ

**Table 1** 収集したGCMデータの特徴  
Details of collected GCMs

| Name of GCM   | Data resolution (degrees) | Ensemble members |                   |
|---------------|---------------------------|------------------|-------------------|
|               |                           | Present          | Future projection |
| CNRM-CM5      | 1.406×1.406               | 3                | 1                 |
| CSIRO-Mk3-6-0 | 1.875×1.875               | 3                | 3                 |
| HadGEM2-ES    | 1.875×1.241               | 3                | 3                 |
| MIROC5        | 1.406×1.406               | 3                | 3                 |
| MRI-CGCM3     | 1.125×1.125               | 3                | 1                 |

**Table 2** GCMデータの期間設定  
Division of data period

| Year      | Period name            |
|-----------|------------------------|
| 1981~2005 | Present                |
| 2026~2050 | Near Future            |
| 2051~2075 | Middle of 21st century |
| 2076~2100 | End of 21st century    |

\* 農林水産省印旛沼二期農業水利事業所 Imbanuma Phase II Agricultural Irrigation Project Office, MAFF

\*\* (独)農研機構 農村工学研究部門 National Institute for Rural Engineering, NARO

キーワード：気候変動リスク、不確実性、豪雨模擬発生、気候シナリオ

ることができる。ここで、収集シナリオ毎に異なる特性値の平均と分散をそれぞれ得て、その出現確率を確率分布で表す工夫をした (Fig.1)。これらの分布から、模擬発生を繰り返す度に値を抽出し組み合わせると、気候予測の不確実性を考慮した擬似の気候シナリオが多数生成されることになる。その下で発生する豪雨群は、試行毎に発生個数や雨量強度の特性が異なっており、気候変動の不確実性を反映させたリスク評価の入力値として活用できる。

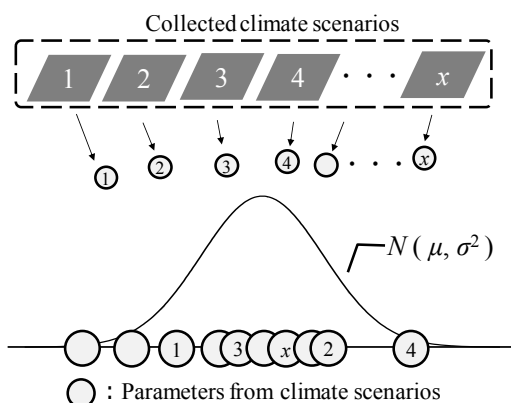


Fig.1 豪雨特性に対する正規分布の当てはめ  
Application of a normal distribution to characteristics of heavy rainfall

#### 4. 模擬発生結果と確率雨量分布の算定

模擬発生を繰り返す回数は各期間で 1000 セットと設定した。結果の一例として、現在と最も気候変動の影響が大きいと考えられる RCP8.5 シナリオでの 21 世紀末 (将来) を比較する。まず豪雨の平均発生回数は現在で 78.7 個となり、1 年の平均で見ると約 3.1 回であった。それに対し将来は年平均 4.9 回に発生回数が増加した上、雨量強度も増加していた。この傾向は、時系列が将来になるほど、また高位の RCP シナリオほど強く表れた。次に、各セットの豪雨群から防災計画等で用いられる確率雨量を求めた。本手法で得た豪雨は一定以上の雨量閾値を超えるイベントに限られているため、ここでは POT 理論に基づき一般化パレート分布を適用した。結果より、模擬発生を基となるシナリオ特性が異なるため、同確率年であっても確率雨量の推定値は全て異なっていた。その出現分布をまとめると、気候変動の不確実性を考慮して推定した確率雨量の分布が得られた (Fig.2)。両者を比較すると、平均では現在の 220mm/3d (実測値からの推定値と同等) と比べて将来は 274.9mm/3d と約 1.25 倍に増加した。さらに将来は分布の裾野が変化し、シナリオによっては最大で 580mm 程度の値となる可能性があるなど、より豪雨リスクが高まることが予見された。

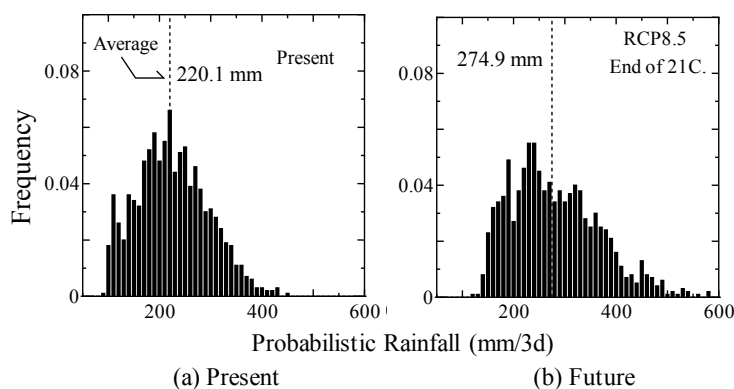


Fig.2 気候予測の不確実性を考慮した確率雨量分布  
Distribution of probabilistic rainfall considering uncertainty of climate prediction

#### 5. まとめ

気候シナリオの豪雨特性の出現分布を確率的に定義し、その不確実性を反映させた豪雨の模擬発生法を提案した。これにより多数の疑似シナリオを生成し、そこで発生した豪雨から確率雨量の分布を得ることが出来た。これらの結果は、気候変動リスクとその不確実性の定量的評価のための入力値として活用が期待される。また本結果は水害に限らず土砂災害や貯水池危険度評価など豪雨を必要とする様々な分野で適用が可能である。

謝辞：本研究は農林水産省委託プロジェクト研究「極端現象の増加に係る農業水資源、土地資源及び森林の脆弱性の影響評価 (H25~H29)」ならびに同プロジェクト研究「豪雨に対応するためのほ場の排水・保水機能活用手法の開発 (H27~H31)」により実施されたものである。

引用文献：1)皆川裕樹 他 (2014) : 長短期降雨特性を備えた豪雨の内部波形の模擬発生法, 農業農村工学会論文集, 291, pp.15-24.