

東北地方を対象にする気候変動に応じた可能最大降水量 PMP の検討

福島大学共生システム理工学類 非会員 ○小杉 吏緒
 福島大学大学院共生システム理工学研究科 学生会員 鈴木 皓達
 福島大学共生システム理工学類 正会員 川越 清樹

1. はじめに

令和元年10月12～13日に静岡県より日本列島に上陸した台風第19号は、日本列島北部域に甚大な降水を発生させた。東北地方太平洋側では、既往最大の流出に伴う洪水氾濫が各地で認められ、甚大な被害に見舞われた。甚大な被害を引き起こした台風第19号時には、日本列島近海まで、台風発達を加速させる基準となる26～27℃まで水温上昇が認められており、気候変動時の典型的な台風とも称されている。近年でも、気候変動の影響により経験値や過去の統計値だけでは推測することができない未曾有の豪雨が認められており、相応の豪雨に対する防災体制を整備していくこと必要である。気候変動に応じて生じる甚大な降雨のメカニズムとして、台風第19号の海水温上昇による事例の他、気温上昇に伴う飽和水蒸気圧の増加は重点的に検討しなければならない。このメカニズムを考慮して、可能最大降水量(以下 PMP : Probable Maximum Precipitation)を推計して降水のポテンシャル量を求める研究も展開されている。PMP の推計には、気温上昇に伴い大気中の飽和水蒸気圧が指数関数的に増加(水蒸気圧増加率 $7\%^{\circ}\text{C}^{-1}$)する Clausius-Clapeyron 式(以下 CC 式)の過程が利用されている。ヨーロッパ、アジア域¹⁾では概ねこの増加率に応じた PMP が理想的に求めることが知られている。日本列島でも多くの研究が取り組まれているものの、概ね $7\%^{\circ}\text{C}^{-1}$ の変化率に類似している一方で、一部で $14\%^{\circ}\text{C}^{-1}$ に達する領域も存在することが確認されている²⁾。こうした動向に対し、鈴木らは気候区分遷移帯に位置する東北地方に限定して PMP の検証を進め、およそ $7\%^{\circ}\text{C}^{-1}$ の変化率で説明できることを明らかにした³⁾。ただし、気候変動の推計までは議論されていない。本研究では、鈴木らより検証された検証結果を数値気候モデルのアウトプット結果に当てはめることで PMP の将来像を定量化するとともに、東北地方自治体のリスク上昇度の推計を試みた。

2. 研究目的・対象領域

本研究の目的は、数値気候モデルを用いて気候変動により見込まれている極大降雨(1 時間、24 時間)の量を推計し、東北地方の災害防止策に資することの降水基準値を市町村自治体毎に求めることである。現在の設計基準だけでは防災を行う上で安全が担保できない可能性を踏まえて、この成果を通じて将来に対する設計基準への改善を提案する。

研究対象領域は、冷帯と温帯の境界に位置し、気

表 1 解析条件の仔細一覧表

対象年度	対象時期	RCP	利用気候モデル
■現在 (1981-2000) ■2050 年 (2031-2050) ■2100 年 (2081-2100)	■暖候期 (5～10 月)	■RCP2.6 ■RCP8.5	■MRI-CGCM(Japan) ■MIROC5(Japan) ■IPSL-CM5A-LR(France) ■Hadgem2-ES(U.K.) ■GISS-E2-R(USA) ■CCSM4(USA) ■BCC-CSM1(China) ■NorESM(Norway)

候変動に伴う気候区分の遷移が著しくなる東北地方を設定した。

3. 解析方法、およびデータセット

研究では、鈴木らにより検証された PMP の結果を基に、複数の数値気候モデルの気温状況に応じて、将来の1時間 PMP と24時間 PMP の算出を行い、東北地方の将来の極大降水量のポテンシャルを求める。また、この結果を東北地方市町村自治体毎に整備して、降水基準値の改善を提案する。解析条件の仔細は、表1に示すとおりである。各々、基モデルのアウトプットから統計的なダウンスケーリングを介して空間度 $1\text{ km} \times 1\text{ km}$ に内装されたデータとなる。以下①～④に詳細の解析方法を示す。

① 将来気候降水量解析

現在、2050 年と 2100 年期の RCP2.6 と RCP8.5 の気候シナリオと各モデルに応じて月平均気温を取得し、東北地方の領域で1時間 PMP と24時間 PMP を空間的に算出する。なお、数値気候モデルの直接値では実測値との誤差が生じる可能性が多いため、メッシュ気候値2010(監修：気象庁)を利用し実測値とのバイアスを補正した。月平均気温から PMP の導出は、鈴木らの検証により得られた以下の式(1)、(2)を用いた。

$$PMP_h = 46.232 \cdot \exp(0.0696 \cdot T_d) \quad (1)$$

$$PMP_d = 148.4 \cdot \exp(0.0686 \cdot T_d) \quad (2)$$

ここで、 PMP_h : 1 時間可能最大降水量、 PMP_d : 24 時間可能最大降水量、 T_d : 月平均気温である。

② 東北地方における極大降雨(PMP)の比較検討

現在、2050 年、2100 年期の各シナリオ、各モデルをすべて比較することは相当数量になるため、傾向を抽出しにくい。以上より、モデルの値はアンサンブル平均値を求め、東北地方における月毎の平均の PMP を求めて、時間、シナリオの推移を比較検討した(48 ケース)。

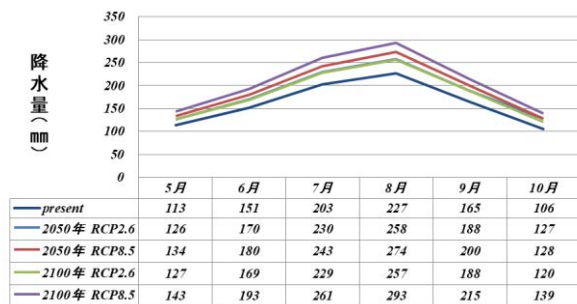


図 1 東北地方の月別 1 時間 PMP の変化

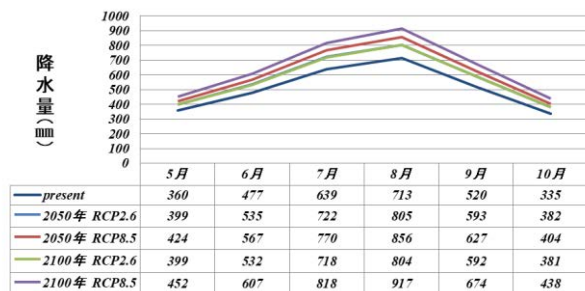


図 2 東北地方の月別 24 時間 PMP の変化

③ 東北地方の暖候期の空間比較解析

将来の極限シナリオである 2100 年 RCP8.5 と現在の空間ポテンシャルの変化量を求め、降雨極大ポテンシャルに応じた降水リスク増大領域を抽出した。

④ 東北地方における市町村ごとの変動性検討

降水リスク増大領域を市町村自治体毎に整備し、市町村のポテンシャルの変化量を求めた。

4. 解析結果

解析方法①～④の結果を受けて、東北地方の暖候期 PMP の推移解析と、市町村自治体の PMP による降水リスク増大領域解析の結果を示す。

4.1. 東北地方の暖候期 PMP の推移解析

図 1 は東北地方の月別 1 時間 PMP の変化、図 2 は 24 時間 PMP の変化を示したものである。総じて、どの時期、シナリオともに気温の高い 8 月に暖候期間中の最大 PMP が示された。現在からの時期、シナリオの差に関しては、1 時間、24 時間ともに 8 月に最大値(Δ66 mm), (Δ204 mm)が認められていることが明らかにされた。ただし、7 月に関しても差が 1 時間 Δ58 mm, 24 時間 Δ179 mm となった。8 月に関しては概ね台風による気象イベントに特定されるが、7 月は台風その他、梅雨の発生も見込まれる。梅雨発生の気象の場が形成されれば、大気高温化に伴う過剰な降水発生も見込まれる可能性を示唆している。また、極限シナリオ(2100 年期, RCP8.5)の場合は、総じて現在比で 1.2～1.4 倍の範囲で降水極大する傾向が示されている。

4.2. 市町村自治体の PMP による降水リスク増大領域解析

本節では市町村の防災整備に着目して、1 時間降水量に合わせた解析結果を説明する。図 3 は各時期、

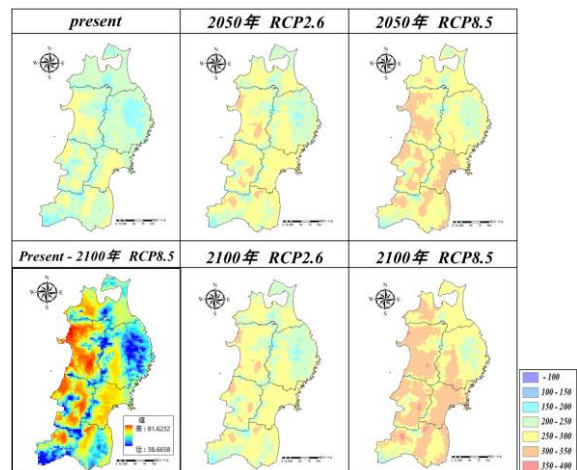


図 3 東北地方 PMP 空間分布総括図

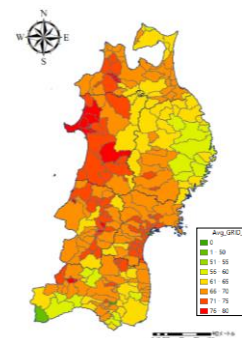


図 4 現在・極限シナリオの市町村別 PMP 差

シナリオの 1 時間 PMP の空間分布、および極限シナリオとの現在の差を示した空間分布である。総じて東北地方日本海側、太平洋側の沿岸部の降水量差が大きくなる特徴が明らかにされた。秋田県の約 68% の地域において降水差が 70 mm 以上を示す結果を得た。図 4 は現在・極限シナリオの市町村別 PMP 差を示したものである。PMP 差が 75 mm 超過を示す市町村は、青森県においては 4 市町村、秋田県では 8 市町村、山形県では 3 市町村、福島県では 2 市町村であった。これらの市町村に関しては、排水設計基準はもとより地域防災計画などの気候変動に対する基準値見直しを重視することが提案される。

5. 結論、および今後の課題

本研究より、気温をベースに将来の PMP の空間分析結果を得ることができ、市町村に応じた降水変動性のリスクを示すことができた。更に他のアプローチの将来予測の検討も加え、精査して防災基準値を設定して、具現化していく必要がある。

謝辞：本研究の一部は、文部科学省気候変動適応技術社会実装プログラム(SI-CAT)、環境省推進費(2-1907)によって実施された。ここに謝意を示す次第である。

参考文献：

- 1) Lendrink, G. & Van, M. E.: Increase in hourly precipitation extremes beyond expectations from temperature change., Nature Geoscience 1, 511-514, 2008.
- 2) 渡辺恵他：気温上昇量と極端降雨強度の関係性-気象観測値と d4PDF を用いた日本域の解析, 土木学会論文集(水工学), Vol. 75, No. 2, 1129-1134, 2019.
- 3) 鈴木皓達ら：PMP と極大降雨の関係性による東北地方の災害分析, 土木学会東北支部技術研究発表会要旨, 2019.