

PMP と極大降雨の関係性による東北地方の災害分析

福島大学共生システム理工学類 非会員 ○鈴木 皓達
 福島大学大学院共生システム理工学研究科 学生会員 齋藤 洋介
 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

平成 29 年九州北部豪雨，平成 30 年 7 月の西日本豪雨等の事例のとおり，近年，観測記録史上最大降雨量の更新，設計基準値を超過する豪雨が日本各地で認められ，甚大な水，土砂災害をもたらしている．気温上昇に伴う降雨等の極端現象の発生により更に豪雨に伴う水，土砂災害の頻度増加や拡大も推測され，気候変動による影響を予測して，将来も見据えた持続的な防災体制を構築するニーズが高まっている．将来予測，防災体制を検討する上で，世界各国の研究機関で開発された気候モデルを利用した解析を進めることと同時に，現在まで蓄積されたデータを精読して豪雨発生の傾向や地域の特徴を求め，現在から将来までを連動した災害の解析に取り組むことが肝要である．本研究では，現在気候の可能最大降水量 PMP(Probable Maximum Precipitation)や実績極大降雨量 AR(Actual extreme Rainfall)を検討し，豪雨の地域特性の把握を試みた．

2. 研究目的・対象領域

研究の目的は，現在から将来を連動できる豪雨予測，防災体制を検討するため，既往観測記録データの解析を進め現在気候の傾向と地域特性を明らかにすることである．本研究の特徴は，気温と降水量の関係性を考慮し，CC(Clausius-Clapeyron)式の理論に基づいた解析を進めたことである．既に Fischer et al¹⁾等の研究により気温上昇と照合した PMP の変化率が CC 率(7%/°C)に近い結果が得られており，本研究でも PMP を利用して現在の潜在的な豪雨ポテンシャルを明らかにした．また，実績の極大値と比較することで豪雨の地域性を求めることを試みた．

研究対象領域は東北地方である．本地域は，2010 年以降に豪雨に伴う甚大な災害が頻発している経験値をもち，冷帯と温帯の境界に位置することから気候変動のインパクトの強い特徴を持つ．

3. 解析方法，およびデータセット

解析方法は以下の①～④に示すとおりである．なお，この解析を進めるため東北地方の AMeDAS データ(観測地点：151ヶ所，期間：1980-2017年)，メッシュ気候値 2010 をデータとして用いた．

- ① 可能最大降水量 PMP の解析
- ② 2010 年(1980-2010 年)，2017 年(1988-2017 年)の実績極大降雨量 AR の解析
- ③ 2010 年と 2017 年の PMP 値と AR 値の空間分布比較に対する地域性の解析
- ④ 地域性の解析に基づいた現状の災害防止対策

の検証

解析①では，Fischer et al¹⁾等の研究に準じて，各 AMeDAS の 99 パーセントイル日雨量値，時間雨量値と日平均気温 Td(1°C幅の気温ビン分類)の関係を求め，東北地方における CC 式の適合性を検証する解析を進めた．解析②では，牛山ら²⁾による暖候期降水量と降雨極値の関係性をベースに開発した kawagoe et al³⁾の降雨極値変換式のアルゴリズムを利用して，2010 年(2010 年)，2017 年(2017 年)に応じた実績極大降雨の変動傾向把握を進めた．解析③では，解析①，解析②の結果とメッシュ気候値 2010 による平均気温，暖候期内の月平均最大降水量を利用して 2010 年の PMP,AR の空間分布を求めた．また，地域規則性，地域固有性に応じた補間手法を用いて 2017 年の気候値を開発し，2017 年の PMP, AR の空間分布を求めた．AR と PMP の比(豪雨出現比率 HRGR(Heavy rainfall generate ratio))も加えた各空間分布を比較し，東北地方内の地域特性を解析した．地域特性として，豪雨空白地域(HRGR<0.2:低)，極大降雨発生地域(HRGR>0.4:高)，甚大災害発生地域(HRGR:高，災害経験有)を求めた．解析④では，解析③の結果に基づき現地の検証を進めた．

4. 解析結果

4.1 PMP 解析結果

図 1 は東北地方全 AMeDAS の 99 パーセントイル値と日平均気温 Td の関係図である．気温と日雨量，時間雨量の上限値を示す CC 率は，5.56%/°C，6.68%/°C となり，概ね 7%/°C と近似した．概ね CC 理論と一致した結果を得たため，気温と降水量上限値を数式化して東北地方全域の PMP 値を求めることとした．可能最大を示す日降雨量 PMP_D，時間降雨量 PMP_H は以下の式より得られる．

$$PMP_D = 148.4 \cdot \exp(0.0686 \cdot Td) \quad (1)$$

$$PMP_H = 46.2 \cdot \exp(0.0696 \cdot Td) \quad (2)$$

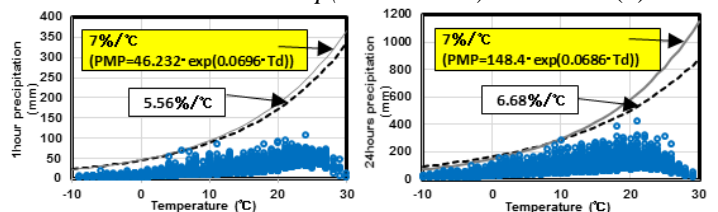


図 1 東北地方 PMP 検討

4.2 AR 解析結果

図 2 は 2010 年と 2017 年の暖候期月最大降水量と日，時間降水量の極値の関係を示したもの

キーワード：可能最大降水量，豪雨災害，極大降雨

連絡先 〒960-1296 福島県福島市金谷川 1 福島大学共生システム理工学類 Tel and Fax 024-548-5261

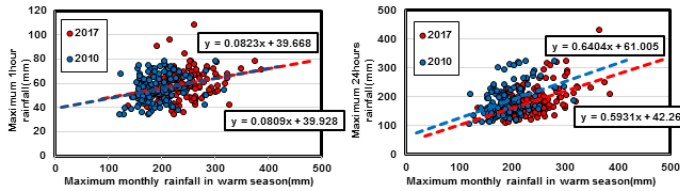


図2 2010 年期と 2017 年期における AMeDAS の暖候期最大月降水量と時間降水量、日降水量の関係

である。時間降雨量は、全体的に各年期中降雨間関係の式に差が認められていない。一方で、日降雨量は 2010 年期的の方が暖候期月最大降水量に対して敏感に極値増加する結果を得た。この結果は、「短時間降雨の強度増加」と逆の傾向を示す。ただし、暖候期月最大降水量の推移に着目すると、2017 年期的への移行で増加傾向になることが示されている。これらの結果は、近年の短時間降雨の増加の時間スケールが時間、24 時間よりも長い 48 時間等の単位で多く出現していることを示唆する。

4.3 2010・2017 年期的の PMP,AR の空間比較解析

本文では日降水量に特化した解析結果を示す。図3は HRGR の空間分布、図4は 2017 年期的の PMP2010 年期的比、図5は各年期的の PMP、図6は各年期的の AR を示している。

図3より、HRGR は山地で高く、平地で低い傾向を示した。通例、山地側では、気温が低いことによる小さな PMP 値となるものの、一般的には気温低下による飽和水蒸気量変化により水蒸気が山地で降水へ変化しやすい。そのため、山地と平地の地形依存した PMP と AR の特徴を明瞭に再現した結果が得られたと解釈できる。

図4では、やや比率 1 以上の領域が多い空間分布を示し、特に太平洋側の広い範囲、および日本海側の沿岸域にこの領域が占められる結果を得た。PMP は気温の関数であるため、比率 1 以上の地域が 2017 年期的に移行することで気温上昇した領域となる。なお、東北地方全体として、2017 年期的の移行より、0.079℃気温上昇し、PMP が 27mm 増となる結果を得た。近年になり可能最大降水量は増加傾向である。

図5より PMP の空間分布の変動傾向に大きな変化が認められず、図4で特記された地域で微小の降水増加傾向が示された。地域として、山形盆地、会津盆地、福島盆地、庄内平野部が特に PMP の大きな

表1 HRGR により分類された地域と抽出地点

地域タイプ分類	抽出地点
豪雨空白地域	福岡[山形],一関[岩手],湯沢[秋田],黒岩[青森],喜多方[福島]
極大降雨発生地域	鷲倉[福島],宮古[岩手],田沢湖[秋田],只見[福島]
甚大災害発生地域	只見[福島],大井沢[山形],田沢湖[秋田],南郷[福島],岩泉[岩手],横手[秋田]

地域として抽出することができた。

図6より AR の空間分布では只見付近が降水量 300mm となり、地域特性として豪雨に見舞われやすい地域と解釈できる。いずれも山と平地の境界部の領域である地形的な共通点が存在するものの、特に空間的な共通性は不明である。各々の豪雨イベント性に偏りがあるため空間的な共通性は関連付けることが困難であるが、今後精査しなければならない。なお、PMP,AR の比較結果をまとめると以下の表1のように地域を分類することができる。

4.4 現状の災害防止対策の検証結果

表1を参考に、豪雨空白地域(山形県村山)、極大降雨発生地域(福島県鷲倉)、甚大災害発生地域(福島県南郷)の豪雨対策を検証した。極大降雨発生地域では豪雨高頻度化に応じて砂防施設等の対策整備、甚大災害発生地域では被災履歴に応じて堤防等の復旧工事が進められている。一方、豪雨空白地域の山形県村山では、河道に大量の土砂が堆積する状況を確認し、今後の豪雨に対して高いリスクポテンシャルを示している情報を取得することができた。

5. 結論、および今後の課題

本研究より、実績雨量、可能最大降水量、豪雨空白地域や極大降雨発生地域等を空間情報として示し、東北地方内の現在の気候特性、および現存する対策の地域特性や近年の気温上昇による地域の感度を把握することができた。課題として、対策の設計基準に反映される確率雨量、気候モデル等の情報も加えて、現在から将来を連動できる豪雨予測、防災体制構築を進める必要がある。

謝辞：本研究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)、国立環境研究所気候変動適応研究サブプロジェクト複合影響予測手法の高度化によって実施された。

参考文献：

- 1) Fisher et al : Observed heavy precipitation increase confirms theory and early models, Nat. Clim. Change, Vol.6, pp.986-991, 2016.
- 2) 牛山他 : AMeDAS データによる暖候期降水量と最大 1 時間・日降水量の関係、水文・水資源学会誌, Vol.16, pp368-374, 2003.
- 3) Kawagoe et al : Probabilistic modeling of rainfall induced landslide hazard assessment, Hydrology and Earth System Sciences, Vol.14, pp.1047-1061, 2010.

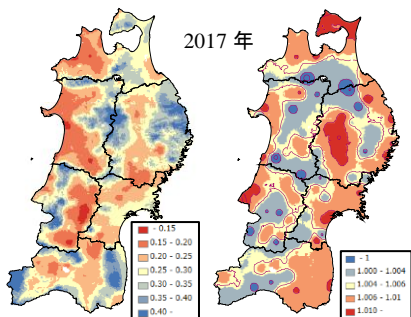


図3 HRGR

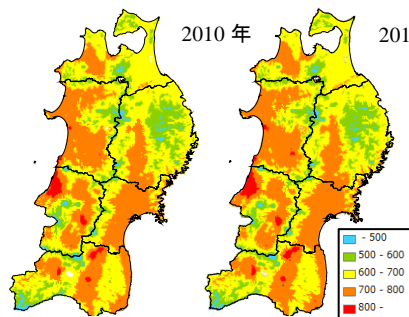


図4 PMP 比

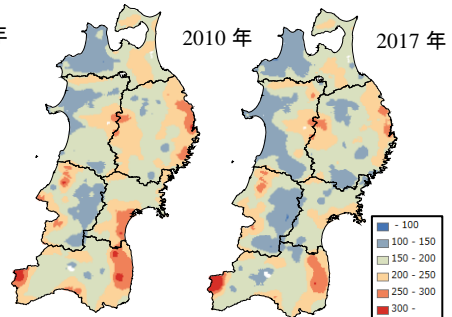


図5 PMP 解析

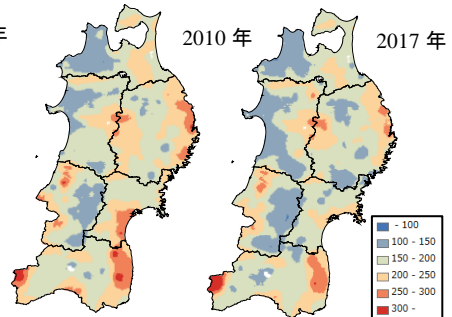


図6 AR 解析