クラウジウス　クラペイロン

Clausius-Clapeyron 関係に基づく

短時間極端降水強度推定法

福島　大輝・山田　朋人（北海道大学工学院･工学研究院）

1. はじめに

極端降雨の発生メカニズムに着目すると Clausius-Clapeyron の式（以下、C-C 式）に基づき、降水強度と大気中の飽和水蒸気圧を結びつける研究が存在しており、Lenderink and Meijigaard(2008)はヨーロッパ全域を対象に 1 時間降水強度の 99 パーセンタイル値と地上気温の関係を分析した。その結果、ある程度高い気温に達しない限り 1 時間降水強度の極値と気温の関係式は C-C 式に極めて近い変化率を示すことを明らかにした。また日本を含めたアジア域に関しては Utsumi et al.(2011)の研究から 99 パーセンタイル値の極端豪雨は、C-C 式から予測される水蒸気量変化率と類似することが確認され、この傾向は日本海側に位置する北海道内の道南から道北地域にかけてのデータをひとまとめに解析した結果においても見られた。

そこで水蒸気量と地上気温の関係から、将来気候に関して各地域における極端降水強度を見積もることが可能であれば、気候変動下における治水対策上の適応策を議論するために極めて有益な情報となる。

以上の背景から、本研究は札幌市を含む近隣市町村(約 30km 四方)に存在する 52 地点の観測データ(札幌マルチセンサー)を用い、極端降水強度と地上気温の関係を明らかにする。そこで得られた関係式と気候モデルによって予測される将来気候での気温情報を用い、気候変動に伴う極端降水強度の推定手法を提案する。

2. 将来気候での極端降水強度の推定手法の概念

図-1 は本研究が提案する気候変動に伴う将来の極端降水強度評価手法の概念図である。図中の青い実線は過去に観測された日平均気温の各気温ビンに対する 99 パーセンタイル降水強度の関係を表す。図-1 中の×印は過去に解析対象地点で観測された気温を示し、$T_{oc}(i)$と記す(o:観測値; c:現在気候; i:解析対象地点番号を意味する)。○印はその解析対象地点における将来気候での気温 $T_{of}(i)$ (f:将来気候)を示す。ただし $T_{of}(i)$はバイアス除去を施した気候モデルが示す値である。気候モデルには各モデル固有のバイアス(一種の癖)が存在するため、対象地域においてこれまで観測された気温と気候モデルによる現在気候の気温の差を将来予測値に適用することでモデルのバイアスを除去する。最後に 99 パーセンタイル降水強度と日平均気温との関係式(青の実線)に $T_{oc}(i)$、$T_{of}(i)$を代入し、気温ビンごとに将来気候及び現在気候の降水強度を推定する。

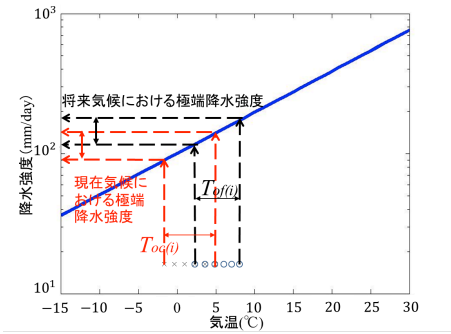

図-1 将来における降水強度の推定方法の概念図

3. 将来の極端降水強度推定式

札幌市における 99 パーセンタイル降水強度と日平均気温の関係を考察する。本研究では札幌市内(近隣市町村を含む)52 地点における降水強度の 99 パーセンタイル値を気温ビンごとに用いる。図-2 の青い○印は気温ビンごとの平均値を、赤い×印は分散を示している。この平均値を使用し近似直線は

$$P_{99} = 10^{0.0258 \times T + 1.9938} \qquad (1)$$

と表すことできる。なお、式(1)中の T は日平均気温を、P_{99} は 99 パーセンタイル降水強度を示す。以下、式(1)を「札幌における 99 パーセンタイル降水強度推定式」と定義する。

4. 99 パーセンタイル降水強度推定結果

はじめに現在気候として、本研究の解析対象である 52 地点それぞれについて、各季節における日平均気温を求める(3～5 月を MAM、6～8 月を JJA, 9～11 月を SON、12～2 月を DJF と記す)。現在気候として季節ごとに解析対象地点の気温(Toc(i) i は解析地点番号)を式(1)に代入する。その結果、現在気候に関する JJA の 99 パーセンタイル降水強度は図-3 となる。将来気候に関しての全解析対象地点における気温は、RSM から得られる現在と将来の各季節の日平均気温の差を現在の全観測地点の気温に対応させることによって気候モデルの有するバイアスを除去したものである。その気温を式(1)に代入し将来気候 99 パーセンタイルの降水強度を求めると JJA に関しては図-4 となる。
紙面の都合上他季節に関しては割愛する。

5. まとめ

日平均気温幅が -8~-6℃付近から 22~24℃付近ならば「札幌における 99 パーセンタイル降水強度推定式」の将来気候への適用性は高い。しかし現在記録されていない高い気温に対する場合の極端降水強度の推定に関しては、過去の事例解析を踏まえ今後の検討が必要となる。

謝辞：本研究は文部科学省 RECCA, SOUSEI(c-i-c)、地球規模課題対応国際科学技術協力(IMPACT-T)、および CREST (Core Research for Evolution Science and Technology) の成果の一部である。札幌マルチセンサーは札幌市からご提供頂いた。記して深甚の謝意を表す。

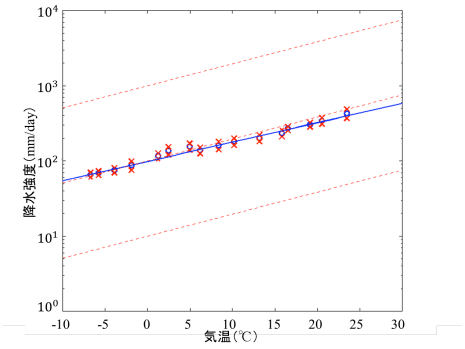

図-2 札幌における 99 パーセンタイル降水強度推定式(青い○印:観測地点間の平均値、赤い×印:99 パーセンタイル降水強度の観測地点間のばらつき)

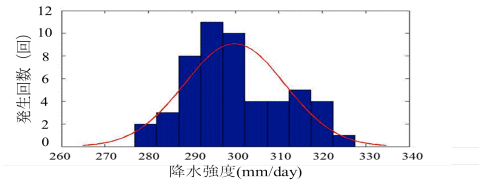

図-3 JJA に関しての 1993～2010 年における全解析対象地点の可能最大 99 パーセンタイル降水強度

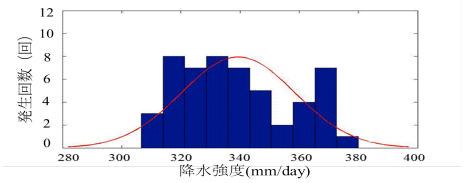

図-4 JJA に関しての将来気候における全解析対象地点の可能最大 99 パーセンタイル降水強度