

北海道の年最大降雨イベントを対象とした 地形性豪雨の分類

Classification of topographical torrential rainfall
for annual maximum rain events in Hokkaido

竹原 由¹・山田 朋人²

¹ 学生会員 北海道大学工学部環境社会工学科 (〒060-8628 北海道札幌市北区北 13 条西 8 丁目)
E-mail: setsuko_0923@eis.hokudai.ac.jp

² 正会員 北海道大学大学院工学研究院 (〒060-8628 北海道札幌市北区北 13 条西 8 丁目)

1. はじめに

2016年8月の約2週間の間に襲来した台風7, 11, 9, 10号時の豪雨によって、北海道内では年降雨量に匹敵する降雨量を記録し、河川の氾濫や土砂災害、落橋、農地の流出等の甚大な災害が発生した。¹⁾ 空知川上流域は日高山脈の北に位置し、台風10号による豪雨に伴う河川氾濫が発生した地域のひとつである。日高山脈の標高の高い地域では500mmを越える記録的大雨を観測した。帯広を含む十勝地方での年平均降水量は約1000mmであることを考えると、約3日で年降水量の半分以上を超える降雨を観測したことになる。先行研究を見ると、Nguyen-Leら(2017)²⁾は領域気候モデル ver3.6.1 of the Advanced Research core of the Weather Research and Forecast(WRF-ARF)を用いて北海道の地形効果を除いた数値実験を行い、台風10号による豪雨は日高山脈の地形に起因することを明らかにした。

また、Hughesら(2008)³⁾は南カリフォルニアの地形性豪雨を対象とし、地形性豪雨の起こりやすさを無次元パラメータ、式(1)のフルード数で表現している。

$$Fr^2 = \frac{U^2}{N^2 H^2} \quad (1)$$

H は地形の代表高さ、 U は代表高さでの風速の水平方向要素、 N は大気安定度の指標であるブランチサイラ振動数を示す。南カリフォルニアの地形は標高が約1000mである沿岸山地が続いているのが特徴で、降雨の半分以上が地形に起因していることが明らかにされているため、地形性の影響が捉えやすく、Hughesら(2008)で定義されているフルード数での代表高さを容易に決定する可能性を有する。

日本での地形性豪雨の起こりやすさを各流域で調べることにより、日高山脈周辺のような地形性の影響を受けやすい流域を洗い出すことが可能であろう。そのため、各流域や地域に合わせた治水計画や防災対策につながるのではないかと考えた。本研究では我が国の一級水系(109水系)をより細かく分割され

た235流域でのレーダーアメダス解析雨量が1kmで利用可能な2006年から2016年までの豪雨事例を対象に、流域内での降雨のばらつき度や、斜面の向きなどを考慮し、地形性豪雨の特徴を明らかにすることを目的とする。

2. データと解析手法

(1) 降雨データ

雨の降っている様子や程度を調べるため、気象庁は2種類の観測を行っている。アメダス雨量計による観測と気象レーダーによる観測の2種類である。

日本においてアメダス雨量観測点は全国に1300箇所余り設置されており、平均して約17km四方に1箇所というかなり高い観測密度を誇る。アメダス雨量は各地で直接観測した結果の値なので、かなり精度の高い値を得られるが、一方でアメダス雨量観測点でない場所では値が得られないという欠点も併せ持つ。

気象レーダーは全国に20箇所(平成25年3月現在)設置されている。気象レーダーによる観測はレーダーサイトから電波を送り、雨粒や雪により反射してレーダーサイトに戻ってきた電波を受信し電波の往復にかかる時間と方向を読み取る。それにより雨が降っているエリアがどの方向の程度の距離にあるか、降雨強度はどれほどか推定する方法である。気象レーダーによる観測では面的なすきまのない雨量分布を得ることができる。

以上述べてきた2種類の雨量観測方法を互いの長所を生かし短所を補うような2つの雨量観測方法を組み合わせて得られる1[km]メッシュの解析雨量(Radar-Raingauge Analyzed Precipitation)が存在する。解析雨量は、気象レーダーで得られた面的な雨量分布図を量的に信頼度が高いアメダス雨量計による観測値との比較し、補正を行った結果得られる値である。本研究では1[km]メッシュの解析雨量のデータを用いた。

(2) 流域区分

本研究では、国土技術政策総合研究所により日本全国一級水系(計:109水系)を対象に、河川特性(水量、水質、水利

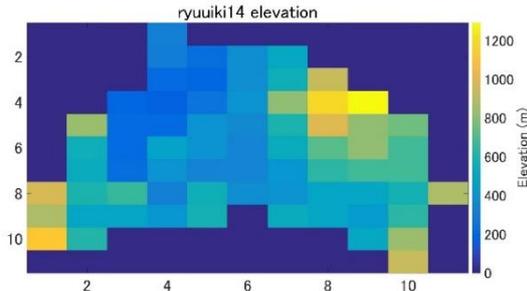


図-1 空知川流域での標高の分布

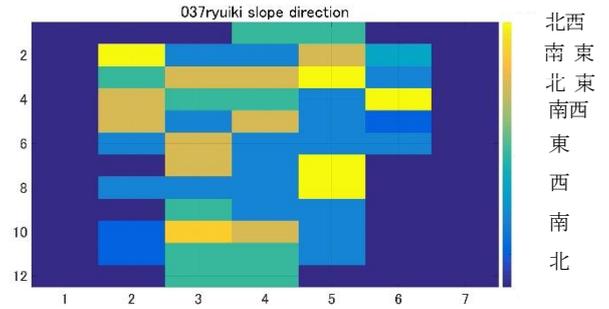


図-3 各グリッドの斜面方向 (十勝川流域)

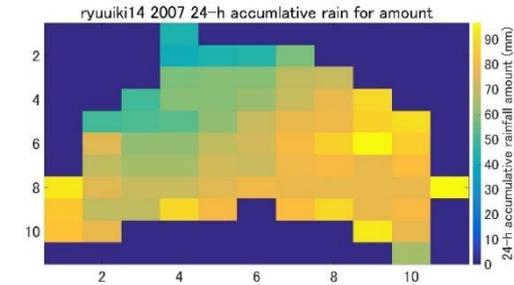


図-2 2007年の空知川流域での降雨量の分布

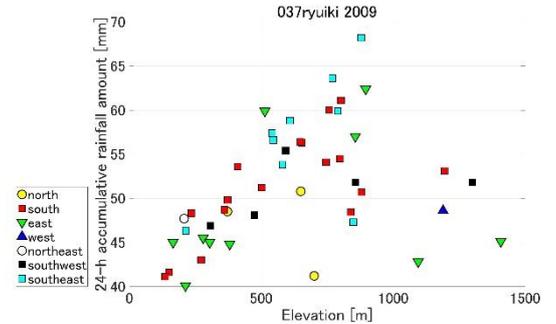


図-4 2009年の十勝川流域での標高と降雨量の相関性

用、生態系、治水等)を考慮し、さらに 1000 km²程度を標準として流域区分が設定された 235 流域⁴⁾を用いた。図-2 は今回使用した 235 流域を日本地図上に示したものである。

流域区分の設定に伴い使用されたデータは、以下の2つである。1 つ目は国土数値情報の流域・比集水域メッシュ (W07-52M) である。2 つ目は、各一級水系の河川特性 (水量、水質、生態系、治水等) に関する資料である。

(3) 地形データ

アメリカ地質調査所 (USGS) によって開発された水平グリッド間隔が 30 秒 (約 1km) のグローバルデジタル標高モデルである GTOPO30 を使用している。

(4) 解析方法

レーダーアメダス解析雨量と地形データを流域区分データの解像度以内挿し、各流域での 2006 年から 2016 年各年での最大降雨イベントを抽出し、地形 (標高) データを基に、各流域内の各グリッドの標高と年最大降雨イベントでの 24 時間累積降雨量を算出した。

地形の斜面の方向に関しては、中央差分を利用し、各グリッド毎、隣り合ったグリッドとの標高差と距離より、8 方向 (東西南北、北西、南東、北東、南西) の勾配を算出し、8 つの勾配のうち最も大きかった勾配の方向をそのグリッドでの斜面方向と定義した。

前述の通り算出した斜面方向を用い、各グリッドの 24 時間累積降雨量を斜面方向毎に分類し、標高と 24 時間累積降雨量の相関関係と斜面方向との関係を散布図として示した。

地形性豪雨の抽出に関しては、雨の降り方のばらつきを示す変動係数を比較することによって行った。各流域、各年最大降雨イベントごとの雨の降り方のばらつきを変動係数として示した。

3. 結果と考察

今回は先行研究により 2016 年の台風 10 号時、地形性豪雨が発生したとされる日高山脈付近である、235 流域のうち流域 14 番 (空知川流域) と流域 37 番 (十勝川流域) の結果を中心に示すこととする。

流域内のグリッドの標高と各降雨イベントでの 24 時間累積降雨量の一覧表を作成した。例として、流域 14 内の各グリッドでの標高、例として 2007 年の年最大降雨イベントでの 24 時間累積降雨量の分布を図-1, 2 に示す。

図-1 で、標高が高いグリッドは黄色、標高が低いグリッドは青色で表示している。また、図-2 で黄色で示されているグリッドの 24 時間累積降雨量が多く、青色で示されているグリッドほど 24 時間累積降雨量が少ないことを意味している。

次に各グリッドの斜面の方向に関しての結果を示す。各流域の各グリッド、8 方向の勾配の大きさを算出し、斜面の向きを決定した。斜面の向きによって色分けした結果を図-3 に示す。

図3により、各グリッドの斜面方向から、各流域の地形の特徴が捉えられる。

標高と 24 時間累積降雨量の相関性と斜面方向の関係を十勝川流域の 2009 年での結果を図-4 に示す。

図-4 を見ると、青い四角が示す南東向きの斜面を持つグリッドでの標高と 24 時間累積降雨量の相関は大きくみられるが、緑の三角で示す東向きの斜面を持つグリッドでの標高と 24 時間累積降雨量の相関は見られず、バラバラに分布していることが分かる。この結果から、十勝川流域での 2009 年の年最大降雨イベントに関しては、南東向きの斜面を持つグリッドでは東向きの斜面を持つグリッドよりも地形に起因した降雨が見られる可能性が高いと言える。



図-5 と空知川流域と十勝川流域の変動係数の比較

次に流域内での降雨の空間的ばらつきを示す変動係数の結果についてである。空知川流域と十勝川流域を対象とし、流域内での雨の降り方のばらつき度を示す変動係数を算出した結果を図-5に示す。

各流域、各年最大降雨イベントごとの雨の降り方の空間的ばらつきを評価する図-7での変動係数は、大きいほど流域内での雨の降り方にばらつきがあり、局所的な降雨が見られたと考えられることから、小さい変動係数を示す流域、降雨イベントよりも地形性豪雨が生じた可能性が大きいことが分かる。

図-5より変動係数が小さい例として2013年の十勝川流域、大きな例として2015年の十勝川流域を挙げる。これらの標高と降雨量の相関性を図-6, 7に示す。

図-5で変動係数が小さいと分類された2013年十勝川流域での標高と24時間累積降雨量の相関係数は0.72、変動係数が大きいと分類された2015年十勝川流域での相関係数は-0.43と算出された。

この結果より、流域内の雨の降り方にばらつきが大きくみられた場合に降雨が地形に起因している可能性が高いことが分かった。

4. まとめ

各グリッドの標高と各降雨イベントにおける24時間累積降雨量の相関関係と各グリッドの斜面の向きとの関係性を参照することによって、流域のうちどの向きの斜面を持つグリッドで地形の影響をより受けるのかを検証できた。

また、各流域での標高と降雨量の相関性と降雨分布の空間的

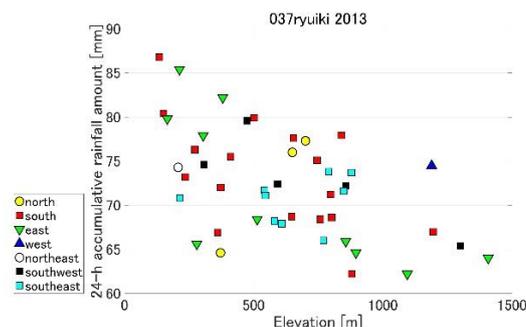


図-6 2013年 十勝川流域での標高と降雨量の相関性

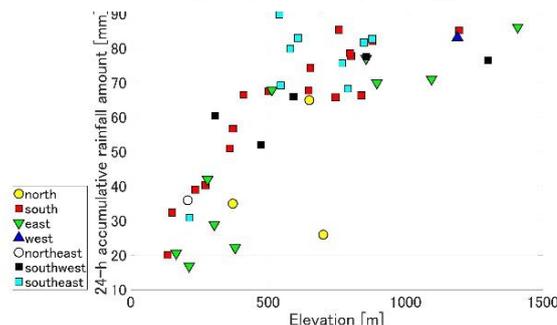


図-7 2015年 十勝川流域での標高と降雨量の相関性

ばらつきを示す変動係数との関係について考察を行い、変動係数が大きく、流域内での降雨の空間的ばらつきがみられるとき、その降雨が地形に起因している可能性が高いことが分かった。今後は風向きや衛星写真での雲の動きも参照しより詳細な分析を行っていく。また、より多くの大雨事例の解析を行い、変動係数と地形性豪雨の発生頻度等の相関を検証していく。

本研究で、今回取り上げた流域は主に空知川流域と十勝川流域のみとなっているが、今後235流域に対して地形性豪雨の分類を続け、日本全国の流域での地形性豪雨の特徴を捉えていきたいと考える。

謝辞

本論文は科研費(16H0236006;17H0331837)の成果の一部である。

参考文献

- 1) 土木学会北海道支部：2016年8月北海道豪雨災害調査団速報第1報，2016年9月12日 ver.,2016.
- 2) Nguyen-Le, D. and Yamada, T. J : Simulation of tropical cyclone 201610(Lionrock) and its remote effect on heavy rainfall in Hokkaido :Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B1 (Hydraulic Engineering), Vol.73, No.4, I_199-I_204,2017.
- 3) Mimi Hughes, Alex Hall, and Robert G. Fovell : Blocking in areas of complex topography, and its influence on rainfall distribution : UCLA, Los Angeles, California
- 4) 国土交通省水管理国土保全局：
<http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/index.html>
(2017年11月30日現在)