

フィリピン・カガヤン川流域の洪水リスク軽減方策の検討
Study on flood risk reduction measures in the Cagayan River Basin in the Philippines

○後藤ひかる・仲ゆかり・Khagendra P. Bharambe・小林草平・Sameh A. Kantoush・角哲也

○Hikaru GOTO, Yukari NAKA, Khagendra P. Bharambe
Sohei KOBAYASHI, Sameh A. Kantoush, Tetsuya SUMI

In the Philippines, flood damages by typhoons are significant. Typhoon Ulysses in 2020 caused major flooding in downstream area of the Cagayan River and its tributary, the Ilagan River. However, due to limited observed rainfall data, research on the rainfall distribution of the Typhoon Ulysses is limited. This makes it challenging to explore flood risk reduction measures considering various rainfall events. This study shows survey results on the extent to how residents are understanding non-structural and structural measures to reduce flood risks. Additionally, rainfall patterns in the Cagayan River basin are discussed by utilizing d4PDF large ensemble dataset.

1. 研究の背景と目的

フィリピンでは、2020年に10月から11月の2ヶ月間に7つの台風(台風16号~22号)が連続して襲った。最後の台風22号(フィリピン名:ユリス)はカガヤン川の下流域での洪水を引き起こし、死者が出る甚大な被害を及ぼした。図-1にカガヤン川と支川の関係を示す。下流のトゥゲガラオのブントアン橋を中心とした大規模な洪水氾濫の要因として上流にあるマガットダムの異常洪水時防災操作に対する課題が提起された。しかし、後藤ら¹⁾により台風ユリスの降雨イベントに対して事前放流などのマガットダム操作を検討した結果、ダムの操作だけで下流域の浸水を劇的に軽減させることは難しいことが分かり、カガヤン川への寄与率がマガット川と同等の支川が他にもあることなどが明らかにされた。一方、観測データ不足の背景から台風ユリス自体の降雨イベントの評価は少なく、多様な確率規模の洪水リスク軽減方策を検討するには不十分である。また、洪水リスク軽減方策について検討結果が実装されるには地元住民の理解や意見の考慮が必要である。そこで本研究では、①非構造物対策と構造物対策の両方面のリスク対策に関する住民認識をアンケート調査から分析し、②アンサンブル気候予測データ(d4PDF)を用いて、台風ユリスの降雨イベントの確率評価を行うとともに、流域内での降雨パターンのクラスター分析を行い、今後の対策検討の基礎データを導くことを目的とする。

2. 研究手法

①では地元住民対象にアンケートを2回実施した。1回目はカガヤン川流域全体の住民83名を対象に洪水リスク対策への認識について、2回目はダムが位置するマガット川流域の住民400名を対象にダムの洪水調節効果の認識についてである。

②では、まず、d4PDFの過去実験の降雨データのカガヤン川流域平均年最大48時間雨量を取り出し、台風ユリスの降雨イベントの確率評価を行った。その際、APHRODITEとd4PDFの年最大2日雨量でバイアス補正を行った。

次に、d4PDFの過去実験の年最大48時間雨量の空間パターンをウォード法でクラスター分類した。類似度には各支流の流域全体に対する降雨量寄与度を用いた。その後、台風トラックデータと比較して台風経路と降雨パターンの関係を分析した。この場合は、台風経路と降雨パターンの関係を考慮することを目的としているため、バイアス補正は実施していない。

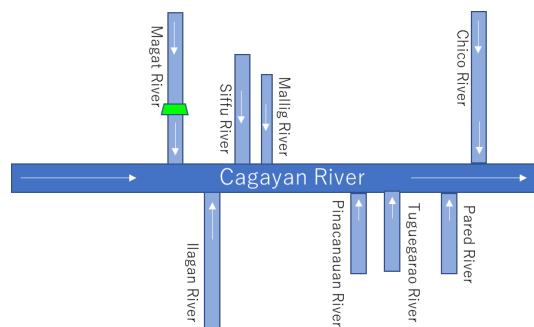


図-1 カガヤン川と支川の略図

3. 結果

①アンケート分析

1 回目のアンケートでは、洪水予報または警報情報、避難経路地図に関しては 80%以上の方が受け取っていると回答した一方で、ダムや貯水池の近くに住む 22 人のうち 82%の住民が、ダムにより洪水リスクが増加すると考えていた。

2 回目はダムの洪水調節能力に対する誤解の可能性を示唆した 1 回目の結果を踏まえて行った。「ダムに対する一般的賛否意識」は図-2 のように 67%以上の方がダム自体にどちらかといえば賛成していた。また、ダムに関する便益面の住民認識として、ダムの洪水調節効果に関する認識 (X1)と水資源確保や灌漑用水、発電などの利水に関する認識(X2)を設け、コスト面の住民認識として、自然環境への負荷に関する認識(X3)、建設・維持費用に関する認識(X4)をとりあげ、これらを説明変数として先述した「ダムに関する一般的賛否意識」を目的変数とする回帰分析を行った。その結果、「ダムに対する一般的賛否意識」は、X2 と X4 の 2 つの要素によって構成されているとされ、X1 は有意に影響しないことが分かった。さらに、洪水調節機能に対する理解度を測る設問の回答平均に基づき序列化し、上位グループから理解度を「高・やや高・やや低・低」とした。

ダムの理解度による X1 と X2~X4 の関係を表-1 に示す。どのレベルでも X1 の洪水調節効果機能と X2 の利水機能には強い相関があり、X1 と X3 については、それぞれのレベルの平均値を考

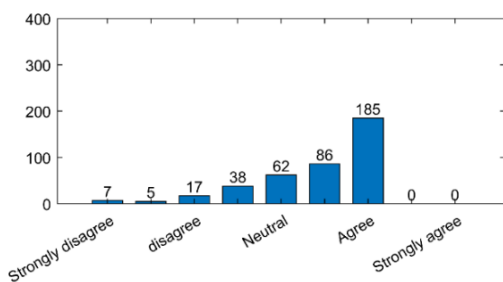


図-2 ダムに対する一般的賛否意識

表-1 X1 と他の説明変数 (X2~X4) との相関係数 (r₁₂~r₁₄) と p 値の関係

	r ₁₂	r ₁₃	r ₁₄
高	0.40***	0.27*	-0.22*
やや高	0.45***	0.21*	-0.0098
やや低	0.38***	0.081	0.014
低	0.69***	0.42***	0.10

* : p < 0.05, ** : p < 0.01, *** : p < 0.001

表-2 各降雨パターンの特徴

	サブ流域の寄与率		台風経路
	大	小	
5-1			①
5-2		Magat	①
5-3	Magat,	Ilagan	②
5-4	Ilagan, CS1	Magat, Chico	③
5-5		CS1	②

慮すると、理解度が「高」は X1 のダムの洪水調節効果機能と X3 のダムが自然環境に与える影響について正しく認識して相関しているが、理解度が「低」はそれぞれに対して認識がない状態で相関していると考えられる。X1 と X4 については理解度レベルが「高」のみ相関がみられた。

②降雨分析

d4PDF の過去実験に対してバイアス補正を行い、年最大 48 時間雨量で確率評価を行った結果、台風ユリスの流域平均最大 48 時間雨量 190.7 mm は再現期間が 8.6 年であることがわかった。

次に、過去実験データのクラスター分析を行った。クラスター数 5 により分類した結果、台風経路は、①東から西に抜けていくパターン、②南西方向に向かうパターン、③北東方向に抜けていくパターンの 3 つに主に分類された。降雨パターンの特徴を表-2 に示す。台風ユリスの降雨パターンはパターン 5-5 に分類された。降雨パターンの出現頻度はパターン 5-1 が 17.4%、5-2 が 12.8%、5-3 が 19.6%、5-4 が 24.2%、5-5 が 18.9%であった。

4. まとめ

今回の研究で、洪水リスクへの非構造物対策は住民にある程度浸透している一方で、構造物対策としてのダムの効果は周辺住民にも十分理解されていないことが分かった。また、降雨分析から台風ユリスでの降雨量は必ずしも特別に大きなものではなく、今後も同様な洪水が発生し得ることが明らかとなった。降雨の空間分布は大きく 5 つに分けられ、今後はこれら結果を踏まえた洪水リスク軽減方策について検討する必要がある。

参考文献

- 1) 後藤ひかる, 角哲也, Sameh KANTOUSH, 竹門康弘, Mouhaned SABER : Magat ダムの洪水防災操作に基づく Cagayan 川流域の洪水リスク軽減方策, 土木学会関西支部年次学術講演会公演概要集 II - 11, 2022