

京都大学工学部地球工学科 学生員 ○後藤 ひかる
 京都大学防災研究所 正会員 角 哲也
 京都大学防災研究所 正会員 Sameh KANTOUSH
 京都大学防災研究所 正会員 竹門 康弘
 京都大学防災研究所 正会員 Mouhamed SABER

1. 研究の目的と背景

フィリピンでは台風による被害で死者を出す災害が多く、2020年には10月から11月にかけて2ヶ月の間に7つの台風(台風16号~22号)が連続して襲い被害をより大きくした。最後の台風22号はフィリピン名でUlyssesといい、フィリピンのルソン島に上陸し、死傷者を出すほどであった。ルソン島にはCagayan川と呼ばれるフィリピンで一番大きな川が流れており、Cagayan川の下流域での洪水が原因であった。Cagayan川の上流にはMagatダムと呼ばれる主要目的が灌漑用水の多目的ダムが1つある。台風22号が襲った時、Magatダムはそれ以前の操作もあり満水になってしまい、流入量をそのまま放流することになった。この結果、下流のTuguegarao市のBuntun橋を中心とした大規模な洪水氾濫が起これ、Magatダム操作に対する課題が提起された。そこで、本研究では、Magatダムを中心に台風UlyssesにおけるCagayan川の洪水特性を分析し、Magat川を含む各支川流域の洪水流出の寄与度を明らかにするとともに、Magatダムの操作の改善方策、さらには、他の支川流域における追加的な洪水貯留ダム導入の効果について明らかにすることを目的とする。

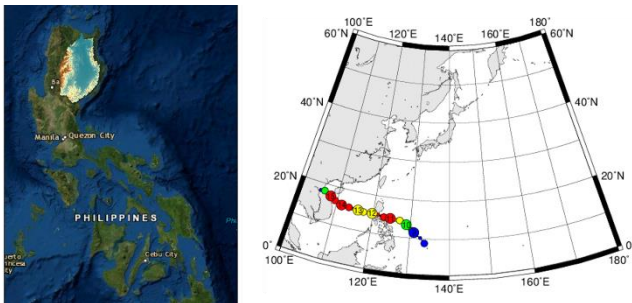


図1. Cagayan川流域(左)
 台風Ulyssesのコース(右)



図2. Magatダム(左)とMagatダムの縦断面図(右)

2. 研究方法

解析には降雨流出氾濫(RRI)モデルを用い、デフォルトで設定されているダムモデルを利用した。対象地域をRRIモデルで再現するためにArlenの研究を参考にしてパラメータ設定を行い、下流域にあるBuntun橋の水位と流量がどれだけ小さくなるかでダムモデルのシナリオを比較検討した¹⁾。

3. 結果と考察

まずダムなしのモデルで各流域の流出量の比較を行った。一様の降雨強度で一定期間全域に降雨させると、Cagayan Segment1, Chico, Magat, Ilaganの流出が多くなることが分かった。台風Ulyssesが到来した際の流出量は図1に、Buntun橋への各流域の寄与度を図2で示す。図1よりIlaganの流出は他と比べて早いことが分かった。

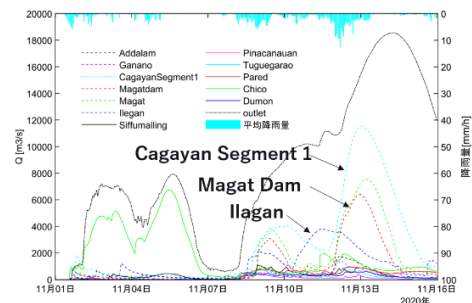


図3. 台風Ulysses時の各流域の流出量

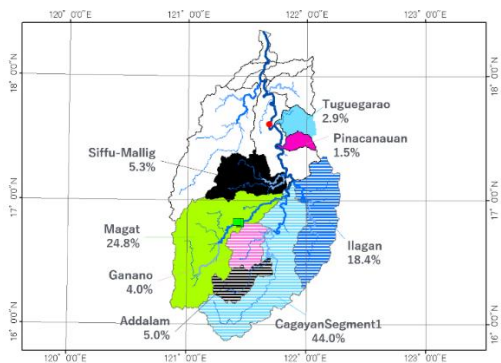


図 4. 台風 Ulysses 時の Buntun 橋への各流域の寄与度

次に、Magat ダムだけの操作で Magat ダムに堆砂がある場合とない場合、事前放流をした場合としていない場合で 2020 年 11 月 1 日時点での Magat1 ダムの貯水可能容量を H-V 曲線から算出し、Magat ダムが一定放流で操作した場合を考えた。ダムが満水にならないのは堆砂がなく、事前放流してダム水位を 188.64m から 180m に下げることができた時、一定放流量 $1000\text{m}^3/\text{s}$ の操作だけであった。その操作で、Buntun 橋の水位が 13.3m から 12.1m まで下げることができた。

また、ダム操作で洪水調節開始流量を設定し、放流率一定での操作に切り替え、比較を行った。実情と最も近い、堆砂があり、事前放流ができなかった状況で、最も Buntun 橋の水位を下げ、流量を減らすことができたのは洪水調節開始流量 $700\text{m}^3/\text{s}$ 放流率 0.5 の操作であった。Buntun 橋の水位は 12.8m であった。

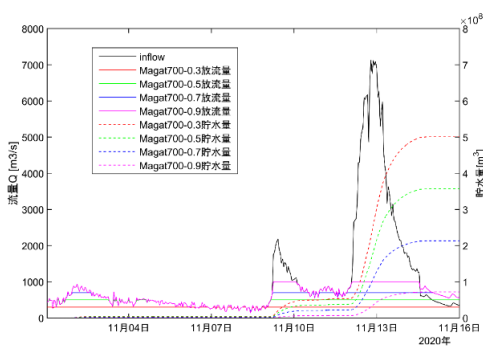


図 5. Magat ダム操作を洪水調整開始流量 $700\text{ m}^3/\text{s}$ にした時の放流量と貯水量

さらに、Magat ダム以外に支川流域にダムを新設した場合の検討を行った。Buntun 橋の流量に影響が大きい Cagayan Segment1 と Ilagan から、設置場所は JICA のマスタープランを参考に 3 か所をダムの設置場所として選定した。新設ダムの容量は Magat ダムの半分ほどの約 $4\text{億}\text{m}^3$ で設定した。新たに 3 つのダムを設置した場合、Buntun 橋の水位は 12.4m まで下げることができた。

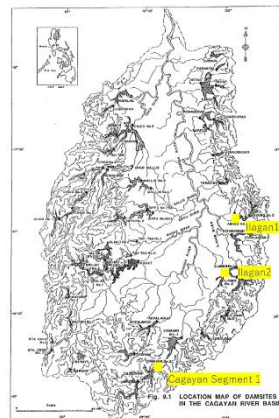


図 6. RRI モデルに追加した新設ダムの場所

4. まとめ

本研究では、RRI モデルを用いて Cagayan 川流域を表現したが、計算の効率化のために土地利用区分を 5 分類で行い、メッシュサイズを 900m で設定したので、これからも RRI モデルの精度の改善の余地はあるだろう。

ダムなしで様に降雨させたときの各流域の流出量を比較し、Cagayan Segment 1, Magat, Chico の流出が多いこと、Ilagan は流出が他よりも早いことが分かった。

Magat ダムの操作では、現実的には洪水調節開始流量が 700、放流率が 0.5 の操作が最も Buntun 橋の水位を下げる事が分かった。Magat ダムは、実際には 3 日前から事前放流を実施していたが降雨予測の精度があがり、それ以前から事前放流できれば、また違う予測ができただろう。今後は降雨予測の観点を考慮したダム操作を検討する必要があるだろう。

最後に、Magat ダム以外にダムを設置した場合のダム操作を検討した。JICA のマスタープランで提案されていたダム設置場所のうち、Ilagan, Cagayan Segment 1 にダムを 3 つ設置すると Buntun 橋の水位はダム操作がされないときに比べて 90 cm 下げることができた。

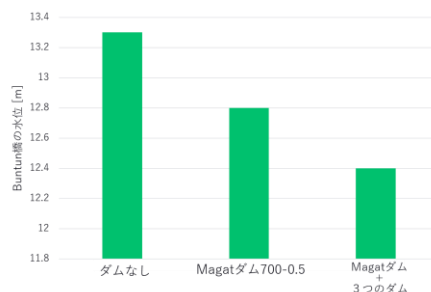


図 7. RRI モデルで計算された Buntun 橋の水位

参考文献

1) ARLEN S. ALEJANDRO : FORECASTING INFLOW IN MAGAT DAM AND FLOOD INUNDATIONS IN CAGAYAN RIVER BASIN UNDER EXTREME RAINFALL EVENTS USING THE RAINFALL-RUNOFF-INUNDATION MODEL.2021