

DAD 解析における確率降雨量と確率洪水流量の関係

東北大学大学院工学研究科 学生会員 ○菅原 雄太

東北大学工学部工学研究科 学生会員 高 雷

東北大学大学院工学研究科 正 会 員 風間 聡

東北大学大学院環境科学研究科 正 会 員 小森 大輔

1. 序論

地球温暖化に伴う気候変動により日本における降雨パターンに変化が生じ、将来的に短時間降雨は全国的に増加する傾向である¹⁾。そのため豪雨に伴う洪水リスクの増加が懸念されており、治水に関する研究が数多く行われている²⁾³⁾。洪水リスクの増加を考慮した治水対策を行うためには流域の洪水確率をきめ細かく空間的に把握することが重要である。一方、レーダー雨量計の整備に伴い降雨の空間分布を得ることは可能になりつつあるが、降雨の確率が洪水確率にどのように関係するかは不明である。そのため、確率降雨と確率洪水流量の関係を評価することを目的とする。

2. 対象地域・データセット

対象地域は秋田県北部に位置する米代川流域である。東北地方で 5 番目の大きさを有し、幹川流路延長は 136km、流域面積 4100km² の一級河川である。対象領域の降雨観測地点と流量観測地点を図-1 に示す。

洪水流量を求める分布型流出モデルに使用した標高データは国土数値情報から降雨量データは地域気象観測 (AMeDAS:Automated Meteorological Data Acquisition System)データから取得した。また流量のリターンピリオドを求めるための流量データを水文水質データベースより取得した。

3. 流出計算

分布型流出モデルを用いて十二所、鷹巣、二ツ井における流量を算出する。モデルは高ら⁴⁾と同様で、斜面部の流出成分を直接流出と基底流出に分けて求めた。直接流出を kinematic wave 法とマニングの式を用いて算出し基底流出を貯留関数法を用いて算出した。河川流出は kinematic wave 法とマニングの式を用いて求めた。モデルに後述の降雨の時空間分布を入力し流量を計算した。また、頻度解析から流量のリターンピリオドを計算した。

4. 降雨時空間分布の作成

DAD 解析を用いて降雨の時空間分布を作成した DAD 解析とは降雨量(depyh), 降雨面積(area), 降雨継続

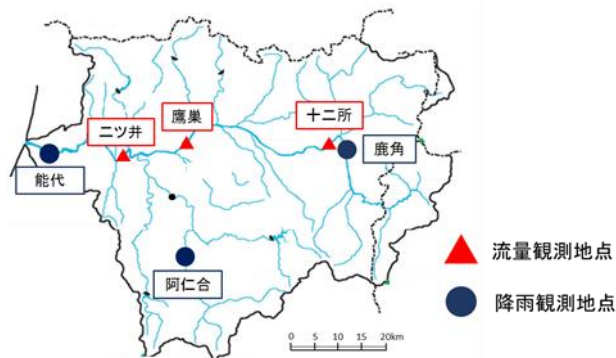


図-1 対象領域の降雨観測地点と流量観測地点

時間(duration)の関係式を求める方法であり、DAD 解析は降雨量(depth)と降雨面積(area)の関係式を求める DD 解析と降雨量(depth)と降雨面積(area)の関係式を求める DA 解析で構成される。DD 解析により降雨量の時間変化であるハイエトグラフを作成し、DA 解析を用いて流域の空間へ拡張し、降雨の時空間分布を作成した。本研究では DD 解析にタルボット式⁵⁾を採用し、DA 解析にはホートン式⁶⁾を採用した。タルボット式は以下の(1)式で示される。

$$I = \frac{a}{t + b} \quad (1)$$

I : 降雨強度(mm/h), t : 降雨継続時間(h), a, b : 地点に

$$P = 1.06P_0e^{-kA^n} \quad (2)$$

よって異なる定数。ホートン式は以下の(2)式で示される。

P : 降雨強度(mm/h), P_0 : 点雨量最大値(mm/h), A : 降雨面積(km²), ここで (k, n) はホートンによって与えられた。 $(k, n)=(0.1, 0.2)$ を採用された

5. 結果と考察

5.1. 各観測地点の降雨と洪水流量のリターンピリオドの関係

図-1(a)~(c)に能代、阿仁合、鹿角の各地点において 50, 100, 200, 300mm の豪雨が発生した場合の降雨と流量のリターンピリオドの関係を示す。

図-1(a)からリターンピリオド 100 年（以下分数表示

キーワード：分布型流出モデル DAD 解析 タルボット式 ホートン式

連絡先：〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 東北大学工学研究科土木工学専攻 水環境システム学研究室

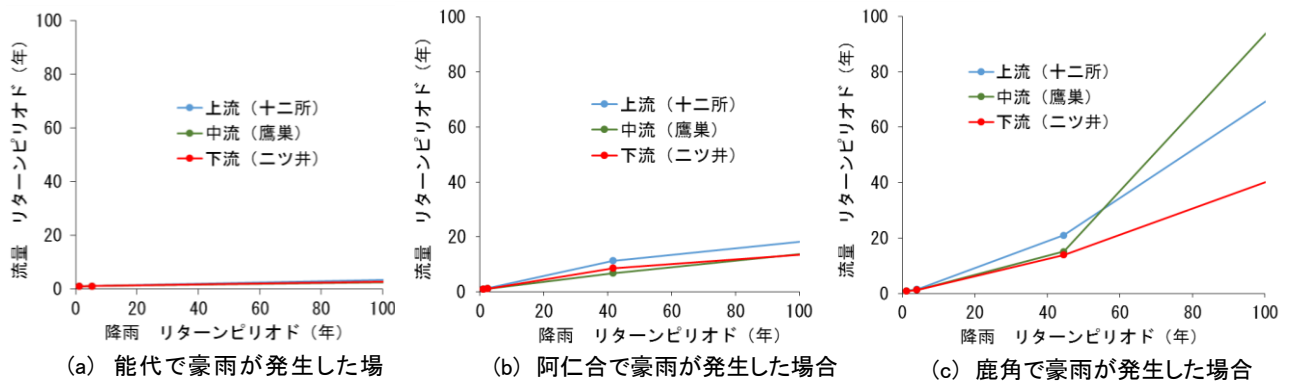


図-2 降雨と流量のリターンピリオドの関係

1/100) の降雨が下流の能代で生じた場合、流量のリターンピリオドは十二所、鷹巣、二ツ井のすべて 5 年以下となった。

図-1(b)から 1/100 の降雨が中流の阿仁合で生じた場合十二所の流量の 1/20 となり鷹巣、二ツ井は 1/15 となった。

図-1(c)から 1/100 の降雨が上流の鹿角で生じた場合、鷹巣の流量は最も大きく 1/95 となり、十二所は 1/70、二ツ井は 1/40 となった。

図-1(a) ~ (c)を比較すると、どの流量観測地点においても、鹿角で豪雨を発生させた場合に流量のリターンピリオドが最大であり、能代で発生させた場合に最小であることが分かる。

本研究の対象領域では下流よりも上流の降雨量が大きい傾向を示す。つまり、同じ降雨量であれば降雨のリターンピリオドは上流ほど小さくなる。そのため、上流の鹿角のようなリターンピリオドが他と比較して小さい地点において豪雨が発生した場合、流量のリターンピリオドの増加率は大きくなる。逆に、下流の能代のようなリターンピリオドが他と比較して大きい地点において豪雨が発生した場合は、流量のリターンピリオドの増加率は小さくなる。

5.2. 同一豪雨における降雨と洪水流量のリターンピリオドの関係

能代、阿仁合、鹿角の 3 パターンの豪雨をそれぞれ能代、鷹巣、阿仁合、鹿角に発生させた場合、鹿角で豪雨を発生させた場合の流量のリターンピリオドがどの流量観測地点においても最大となり、能代で豪雨を発生させた場合に最小となった。下流の能代が最小となった理由として、能代はすべての流量観測地点よりも下流に位置するため、十二所、鷹巣、二ツ井の集水域内で弱い降雨が発生したことが挙げられる。上流の鹿角が最大となった理由として、鹿角がすべての流量観測地点よりも上流に位置することからすべての流量観測地点の集水域内に強い降雨が発生したことが挙げられる。

6. 結論

本研究から以下の結論を得た。

- 1) 1/100 の降雨が上流の能代で生じた場合、流量のリターンピリオドは十二所、鷹巣、二ツ井のすべてで 1/5 以下となった
- 2) 1/100 の降雨が中流の阿仁合で生じた場合、十二所の流量の 1/20 となり鷹巣、二ツ井は 5 年以下となった。
- 3) 1/100 の降雨が上流の鹿角で生じた場合、鷹巣の流量は最も大きく 1/95 となり、十二所は 1/70、二ツ井は 1/40 となった。
- 4) 能代、阿仁合、鹿角の 3 パターンの豪雨をそれぞれ能代、鷹巣、阿仁合、鹿角の地点に発生させた場合、鹿角で豪雨を発生させた場合にどの流量観測地点でも流量のリターンピリオドが最大となり、能代で発生させた場合に最小となった。

参考文献

- 1) 地球温暖化予測情報、第 8 巻、2013。
- 2) S. Tezuka, H. Takiguchi, S. Kazama, A. Sato, S. Kawagoe, R. Sarukkalgied, Estimation of the effects of climate change on flood-triggered economic losses in Japan, International Journal of Disaster Risk Reduction, Vol.9, pp.58-67, 2014.
- 3) 星野大雅, 平沢勇之助, 戸倉駿人, 山本隆広: 年最大流量の非超過確率を用いた洪水危険度指標の開発の試み, 土木学会論文集 B1(水工学)Vol.71, No.4, I_1489-I_1494, 2015.
- 4) 高雷, 風間聡, 小森大輔: 米代川流域における分布型流出モデルのピーク流量誤差原因の評価, 地球環境シンポジウム講演集 Vol.23, pp.239-242, 2015
- 5) 吉川秀夫: 河川工学, 朝倉書店, 1980
- 6) R.E.Horton: Discussion on distribution of intense rainfall, Transactions, ASCE, Vol.87, pp.578-585, 1924