

極値降雨分布に着目した洪水被害予測

東北大学工学部 学生会員 ○手塚 翔也
東北大学大学院 学生会員 小野 桂介
東北大学大学院 正 会 員 風間 聡

1. はじめに

気候変動により集中豪雨の頻度、量ともに増加することが見込まれており、社会の関心が寄せられている。気象庁・気象研究所の地域気候モデルによると、2100年の100年確率日降水量は、現在に比べ全国的に20%ほど増加すると予測されている¹⁾。つまり、平成23年7月の新潟・福島豪雨のような異常多雨が頻発する可能性があり、豪雨に伴う洪水リスクの増加が危惧される。洪水に対する適応策を考える上で、洪水氾濫による被害額を定量的に評価することが重要である。先行研究として、佐藤ら(2008)は日本全国を対象として洪水氾濫被害を定量的に評価した²⁾。しかし、これは全国一律に極値降雨を与えて氾濫計算を行っているため、洪水リスクを過大評価している可能性がある。そこで本研究では、任意地点における再現期間の最大確率流量を生じさせる降雨分布(極値降雨分布)を用いて氾濫計算を行い、最終的に都道府県毎の被害額を算出した。

2. データセット

極値降雨分布の作成に、Digital Elevation Model (DEM) および再現期間の極値降雨、一級河川における最大確率流量を用いる。最大確率流量は、雨量・流量年表データベースの年最大日流量の頻度解析によって算出する。DEMを用いて、集水面積、流向データを作成した。使用した日本全土の数値地理情報は空間解像度 1km×1kmのグリッドセルデータである。

3. 極値降雨分布の解析

任意地点の最大確率流量を生じさせる極値降雨分布を作成する方法を説明する。まず、全国109の一級河川において再現期間の極値降雨、最大確率流量、集水面積データを用いて、集水面積と流出係数の関係を求めた。ここで極値降雨は佐藤ら(2008)によって得た全国の再現期間が一律の降雨分布データを用いる。その結果得られた、集水面積と流出係数の関係を図-1に

示す。ここで以下の回帰式を得た。

$$RF(A) = 3.536 \times (A + 80.512)^{-0.287}$$

ここで、 A は集水面積(km²)、 $RF(A)$ は流出係数である。流出係数は、集水面積の増加とともに指数関数的に減少することが示された。つまり、佐藤ら(2008)のように、全国一律に極値降雨を与えると、集水面積の大きい河川では流量を過大評価する。

次に、各セルの流出量に着目すると、以下の等式が成り立つ。

$$RF(A_n) \times \sum_{i=1}^n R(A_i) = \sum_{i=1}^n \{RC(A_i) \times R(A_i)\}$$

変形して、

$$RC(A_n) = \sum_{i=1}^{n-1} \left\{ \frac{R(A_{n-i})}{R(A_n)} \times (RF(A_n) - RC(A_{n-i})) \right\} + RF(A_n)$$
$$n = 2, 3, \dots \quad RF(A_1) = RC(A_1) = 1$$

ここで、 $R(A_n)$ は降水高(mm/d)、 $RC(A_n)$ は補正係数である。佐藤らの研究で用いた再現期間の極値降雨に補正係数 $RC(A_n)$ を乗じることにより、最大確率流量を生じさせる極値降雨分布を作成した。例として、秋田県雄物川流域における再現期間100年に対する極値降雨分布を図-2に示す。

4. 洪水氾濫計算および被害額算定

河川構造物を考慮しない原始河川に対して氾濫計算を行う。日本全国を氾濫原とし、氾濫モデルを適用

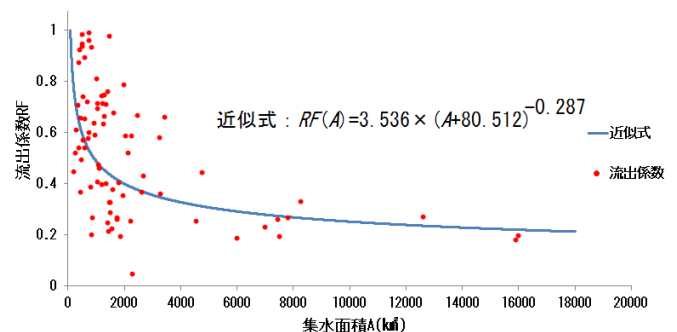


図-1 集水面積と流出係数の関係

キーワード： 極値降雨分布, 洪水被害額, 再現期間

水環境システム学研究室 <http://kaigan.civil.tohoku.ac.jp/kaigan/index.html>

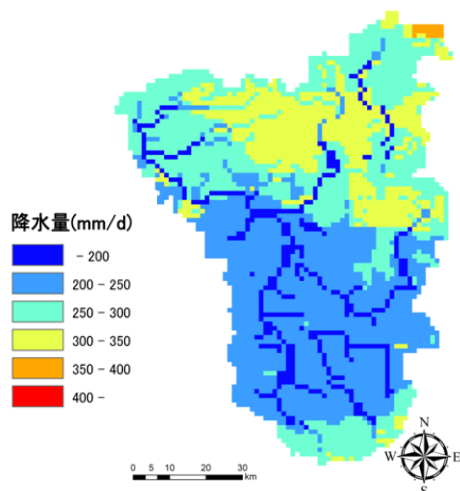


図-2 雄物川流域における極値降雨分布(単位：mm/d)

した。氾濫モデルとして、氾濫流の伝播現象を詳細に再現することができる二次元不定流モデルを用いる。治水経済調査マニュアル³⁾を参考に、土地利用毎に被害額単価を決定し、氾濫モデルから得られた浸水深と掛け合わせることで被害額を推定する。土地利用の分類には国土数値情報 KS-META-L03-09M データを用いる。

5. 解析結果

再現期間 50 年、100 年の極値降雨分布を入力として、日本全国における洪水被害額を導いた。例として表-1 に、東北地方における再現期間 100 年と 50 年に対する被害額とそれらの差を示す。現在の日本全国の洪水対策が想定している流量の再現期間を 50 年と仮定すると、この差は再現期間 100 年の洪水により生じる潜在被害額である。東北地方では岩手県や山形県における被害額が比較的小さい。これは、資産価値の低い土地利用（田・畑）が大部分を占めるためである。一方、宮城県や福島県における被害額が比較的大きい。これは、人口の多い都市部が、河川に隣接しているためである。潜在被害額に注目すると、宮城県よりも青森県の方が大きい。これは、宮城県よりも青森県の方が再現期間 100 年と 50 年の降水量の差が大きいためである。表-2 に本研究の再現期間 100 年に対する被害額と、佐藤ら（2008）により示された再現期間 100 年の被害額との差を示す。全国一律に 100 年確率降雨を与えている佐藤ら（2008）の結果と比較して、本研究で得られた被害額は、約 34 兆円減少した。

6. 結論

本研究から、以下の結論を得た。

- 1) 全国の一級河川における集水面積と流出係数の関

表-1 再現期間 100 年と 50 年の被害額差(単位：億円)

	100年	50年	両年の差
青森県	8087	5924	2163
岩手県	3380	2708	672
宮城県	14114	12639	1475
秋田県	4402	3350	1052
山形県	1757	1555	202
福島県	18316	10398	7918
全国	786155	642633	143522

表-2 再現期間 100 年における総被害額および既往の被害額との差(単位：億円)

	総被害額	差
青森県	8087	-6065
岩手県	3380	-384
宮城県	14114	-4448
秋田県	4402	-1268
山形県	1757	-290
福島県	18316	-2607
全国	786155	-338838

係を明らかにした。利根川河口付近(集水面積 16000km²)における極値降雨は、既往の研究で用いられた降水量の約 1/5 にする必要がある。

- 2) 任意地点において、最大確率流量を生じさせる極値降雨分布を作成した。
- 3) 全国一律に極値降雨を与えた被害額と比較して、極値降雨分布を用いて算出した洪水被害額は約 34 兆円小さくなった。

今後は、浸水期間が被害額に与える影響や、広域モデル推定被害額と国交省試算被害額、実水害被害額を比較する予定である。

謝辞

本研究は、環境省地球環境研究総合推進費(S-8)の支援により実施された。ここに記して謝意を示す。

参考文献

- 1) 和田一範，村瀬勝彦，富澤洋介：地球温暖化に伴う降雨特性の変化と洪水・渇水リスクの評価に関する研究，土木学会論文集 No.796／II-72，pp.23-37，2005
- 2) 佐藤歩，川越清樹，風間聡，沢本正樹：極値降雨データを利用した気候変動に伴う全国浸水被害額評価，水工学論文集，第 52 巻，2008
- 3) 国土交通省河川局：治水経済調査マニュアル，106pp，2005