

d4PDF 降水量データを用いた治水計画への不確実性の導入に関する検討

パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 ○ 橋本健, 非会員 牧野博昭

1. はじめに

近年, 計画規模を超える豪雨による甚大な被害が頻発している. このような計画規模の外力を超過する現象は常に想定され, 外力には不確実性があることを認識した超過洪水対策の重要性が認識されつつある. 超過洪水対策の検討において対象とする外力規模と不確実性は今後の気候変動により増加・拡大していくことが想定される. この様な観点から, 治水計画において合理的な方法により外力の不確実性を評価した新たな計画論の必要性が高い. 現状では, 多数のアンサンブル実験に基づいた不確実性の評価に関するデータとして, 「地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース, database for Policy Decision making for Future climate change(d4PDF)」が 2016 年に公開されている¹⁾.

d4PDF の治水計画への適用に関する研究に関しては, 北海道開発局²⁾が平成 28 年の北海道豪雨災害を契機とした水防災対策の検討, 立川ら³⁾が 3 流域を対象として河川流量の将来変化を分析した検討等が挙げられる. 今後, d4PDF データを用いた不確実性評価を踏まえ, ハード対策とソフト対策の分担等に関する研究を行っていく必要がある.

以上を踏まえ本論文では, d4PDF 降水量データを用いて利根川流域の河川整備基本方針⁴⁾における計画降雨量に対する不確実性を評価する. 検討は現在気候(過去実験), および将来気候において確率分布の違いを踏まえて評価する. その結果から 200 年確率降雨の最大値と想定最大外力との比較から超過洪水対策におけるハード対策とソフト対策規模の設定などの適用について図-1 の考え方に基づいて考察する.

2. 対象データと分析手法

(1)対象とした治水計画

検討の対象とした利根川水系の河川整備基本方針では治水基準地点八斗島において 200 年確率雨量が 319mm/3 日として計画されている. この確率雨量は八斗島上流域の明治 34 年~昭和 49 年までの 74 年間について流域平均 3 日雨量が 100mm 以上のデータを確率処

理して算定された値である.

(2)大規模アンサンブルデータの整理方法

不確実性の検討には d4PDF の日本周辺領域 20km 空間解像度の降水量データを使用した. d4PDF の現在気候は摂動の違いによる 50 メンバに 60 年の出力が得られており 3000 年分のデータがある. 将来気候相当の 4℃上昇実験は 6 種類の海面水温の将来変化パターンに 15 種類の摂動を与えた 90 メンバから 5400 年の出力が得られている. これらのデータから年最大 72 時間雨量を各年において抽出し不確実性の幅を評価するための基礎資料とした.

(3)不確実性の幅の設定と評価方法

現在気候および将来気候について, アンサンブル毎に 200 年確率値を評価して最大, 平均, 最小値などから不確実性の評価を行う. ①確率分布は極値理論に基づく分布のうち一般的に生起確率が小さいデータに適合するとされている GEV 分布(一般化極値分布)と GEV 分布の形状母数を 0 とした Gumbel 分布を用いて不確実性の違いを評価する. ②アンサンブル値と河川整備基本方針の計画降雨量のバイアスについては, 現在気候の各アンサンブルを用いた 200 年確率値の平均値と 200 年確率計画降雨量の比率で補正することとし, 将来気候においても同じ補正率を与えた. Gumbel 分布と GEV 分布の補正率はそれぞれ 0.85, および 0.81 である. ③以上を踏まえ, 最大値に対する確率評価と想定最大外力の手引き⁵⁾, および橋本らの方法⁶⁾による可能最大降水量等を比較し超過洪水対策における評価を行う.

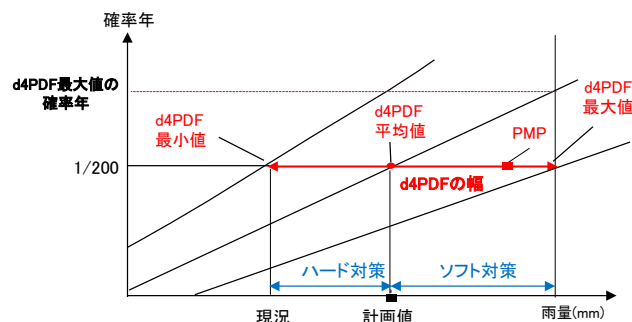


図-1. 不確実性評価を用いた超過洪水対策の考え方

キーワード 超過洪水対策, 不確実性, 気候変動, d4PDF, 想定最大外力, 確率分布

連絡先 〒101-8462 東京都千代田区神田錦町三丁目 22 番, 電話: 03-6777-1508

3. 結果

(1) 確率分布の違いによる不確実性の評価

現在気候のメンバから GEV 分布, Gumbel 分布の確率値がそれぞれ大きくなる分布形と SLSC, Jackknife 推定誤差等の指標を図-2に示す. GEV 分布は低頻度の現象を含め全体的に適合しており適合度を表す SLSC はどちらも 0.018 となっている. これに対して Gumbel 分布の SLSC は GEV 分布には劣るが 0.04 以下となっている. また, Jackknife 推定誤差は Gumbel 分布の方が小さい値を示している. アンサンブル全体の適合度は, 現在気候では GEV 分布が Gumbel 分布より適合度が高くなるケースが 31/50 (62%) であるのに対して将来気候では 66/90(73%)と GEV 分布の適合度が高くなる割合が多い. さらに $SLSC < 0.04$ となる分布の割合は現在気候では Gumbel 分布が 40/50(80%) に対して GEV 分布は 44/50(88%), 将来気候では Gumbel 分布が 66/90(73%)に対して GEV 分布は 89/90(99%)となっている. これは, 現象が極端化する気候変動後の将来気候では GEV 分布の適合度が高くなる傾向を示している. 次に 200 確率雨量をヒストグラムで比較すると GEV 分布の変動範囲が大きく, 最大値は標準偏差の 3 倍 (3σ) 程度となっていることが分かる (図-3).

(2) 超過洪水対策としての不確実性の評価

Gumbel 分布を採用した場合は, 現在気候における 1/200 確率雨量の上限値は 382mm であり現行計画の確率評価としては 1/1,000 相当である. 次に, 気候変動を考慮した将来気候においては, 1/200 確率雨量の上限値は 485mm であり, 想定最大降雨と同程度である (図-4(a)). 一方, GEV 分布を採用した場合は, 現在気候では, 1/200 確率雨量の上限値は 457mm と Gumbel 分布の上限値に対して 73mm 大きくなっており想定最大降雨にも近くなっている. 将来気候時には, 1/200 確率雨量の上限値は 589mm であり, 想定最大降雨を上回る規模となっている (図-4(b)).

4. まとめと今後の課題

Gumbel 分布による確率値を用いた場合は, 将来気候における不確実性を考慮した最大値と想定最大降雨の値が近く, ある意味では説明しやすい結果であるとも考えられる. 一方で, 確率分布の適合度や大規模アンサンブルデータを用いていることがリサンプリングの影響を表現していると考え「適合度の基準 $SLSC < 0.04$ として推定誤差が小さい分布を選定する」という考え

方⁷⁾に従う必要は無い. この観点では, 適合度が相対的に高い GEV 分布を用いた不確実性を評価して超過洪水対策の検討を行う方法が有力であると考えられる.

今後の課題としては, 降水量だけでなく時空間分布の不確実性の評価等を行なう. さらに, 流出計算を行い流量の不確実性を踏まえた検討を行う予定である.

参考文献

- 1) 気候変動リスク情報創生プログラム: 地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース, <http://www.miroc-gcm.jp/~sousei/d4PDF/> (参照: 2017/9/1)
- 2) 国土交通省北海道開発局: 北海道における候変動予測(水分野)技術検討委員会, 第3回資料, http://www.hkd.mlit.go.jp/ky/kn/kawa_kei/splaat0000017ws4-att/splaat0000017wup.pdf, 2018.
- 3) 立川ら: 超多数アンサンブル気候予測実験データを用いた極値河川流量の将来変化の分析, 土木学会論文集 B1(水工学) Vol. 73, No. 3, 77-90, 2017.
- 4) 国土交通省 水管理・保全局: 利根川水系河川整備基本方針参考資料 基本高水等に関する資料, 2006.
- 5) 国土交通省 水管理・保全局: 浸水想定(洪水, 内水)の作成等のための想定最大外力の設定手法, 2015.
- 6) 橋本, 矢島: 気象条件の最大化による可能最大降水量(PMP)と可能最大洪水(PMF)の推定, 水文水資源学会誌 Vol. 30, No. 6, 2017.
- 7) 国土交通省 水管理・保全局: 国土交通省 河川砂防技術基準, 2014

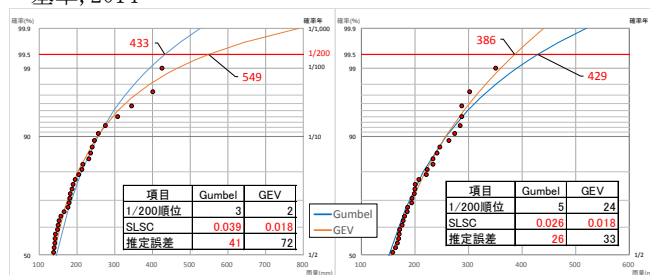


図-2. 確率分布に対する確率雨量の違い

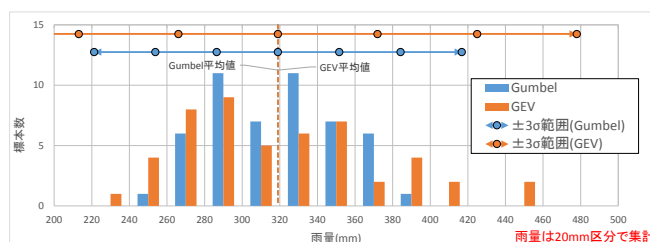


図-3. 確率雨量のヒストグラムの比較(現在)

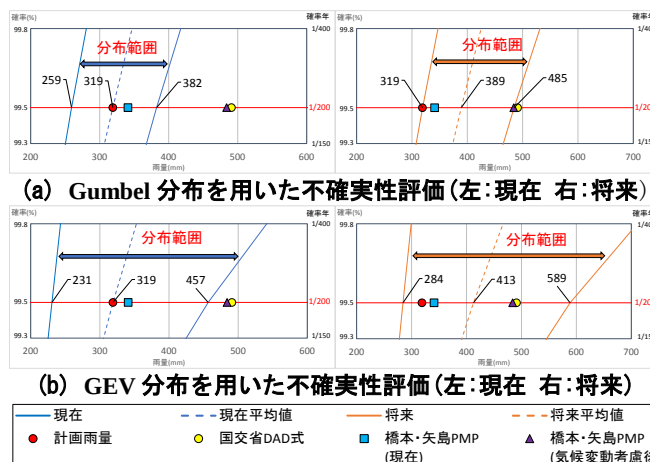


図-4. 確率分布ごとの不確実性の評価