

気温上昇を想定した豪雨によるため池越流確率の評価 Prediction of the probability of overflow by heavy rains assuming rise in temperature

○三原嵩史・西村伸一・工藤亮治・柴田俊文・珠玖隆行

MIHARA Takashi・NISHIMURA Shin-ichi・KUDO Ryoji・SHIBATA Toshifumi
SHUKU Takayuki

1.はじめに

将来、気候変動による気温上昇に伴い、全国各地において豪雨によるため池の決壊リスクが高めまると考えられる。本研究は、将来降雨のデータベース(d4PDF)より抽出した降雨データから得た確率統計的な特徴を基に疑似降雨の作成および、その疑似降雨を用いてため池の破堤確率の予測を行う。この結果を用いて、今後のため池改修に関する意思決定最適化に貢献することを目的としている。

2.疑似降雨の作成方法

疑似降雨の作成において必要となる降雨データとして、d4PDF(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])¹⁾および岡山県における観測降雨データから抽出した降雨データを使用している。本研究においては、前述した降雨データを基に、①産業革命期以前から気温が4℃上昇した気候シナリオ下における豪雨(HFB)、②現在までの気温をもとにシミュレーションされた気候シナリオ下における豪雨(HPB)、③岡山県の観測降雨をもとに予測した豪雨(観測値)の3パターンの疑似降雨の作成を行った。図1は、HFBの年最大72時間連続降雨の例である。データを30年分抽出し、時間毎に累積確率分布を作成する。図-2は、降り始めから12時間目の降雨強度 $x(\text{mm/h})$ の累積分布である。72時間分の累積分布を用いて、図3に示す方法で疑似降雨の各時間の降雨強度を1セット72個として生成すると、 a 番目に生成された乱数 Xa は疑似降雨の a 時間目の降雨強度となる。すべての時間の降雨強度を連続させた疑似降雨の一例を図4に示す。また、ある特定の高い値を持つ観測値に影響され越流が発生するパターンが固定されることを防ぐため、1時間ごとの降雨量を実際の総降雨量分布に基づいて再分配することにより多様な豪雨に対しての検討も行った。

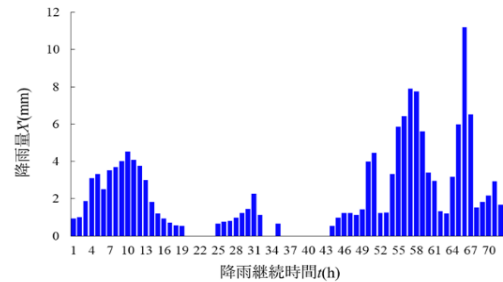


図1 抽出した観測降雨データの1例(HFB)
Fig.1 An example of observed hyetograph (HFB)

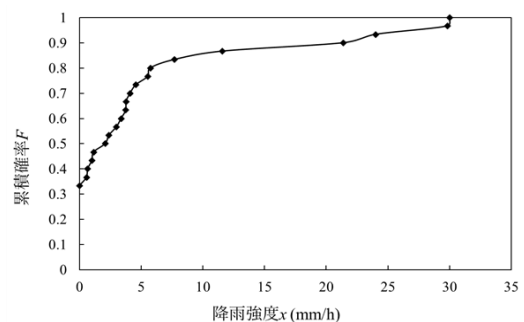


図2 降雨量確率分布(12時間目)
Fig.2 Precipitation probability distribution (Hour 12)

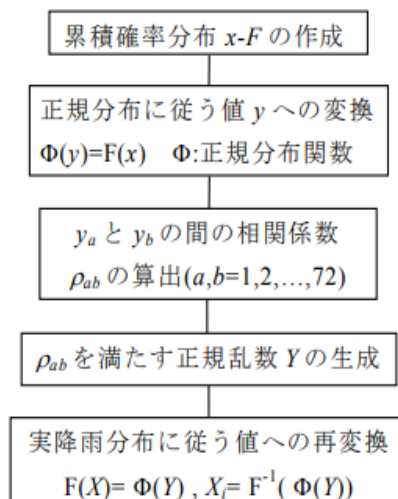


図3 疑似降雨作成のアルゴリズム
Fig.3 Algorithm of predicting rainfall

岡山大学, Okayama university Graduate School of Environmental and Life Science

キーワード:ため池, 越流確率, 気候変動

実際の総雨量分布に従う乱数 T を用いて次式より擬似降雨の 1 時間降雨量を再配分する。

$$X'_i = (T'/T)X_i$$

X_i : 再配分前の降雨強度 X'_i : 再分配後の降雨強度 T : 実際の総降雨量に従う乱数

3.ため池越流確率の予測

越流確率予測においては対象ため池の洪水吐能力に着目して解析を行った。その理由として、1990 年の台風 19 号により決壊した岡山県内の複数のため池において、聞き取りによる現地の決壊時刻と流出解析により水位上昇を算定した結果、越流時間がある程度一致していたため、越流の原因は洪水吐の能力に原因があると考えられるからである²⁾。流入量、流出量の変化を利用して洪水吐水深 h を求め、決定した洪水吐水深 h のうち、72 時間中の最大値である越流総水頭 h_p が貯留可能限界である設計限界水深 h_d を上回った場合を越流発生と定義する。

$$I = f_p r A / 3.6$$

I : 流入量(m³/s), f_p : 流出係数, r : 降雨強度(mm/h), A : 流域面積(km²)

$$O = C B h^{2/3}$$

O : 流出量(m³/s), C : 越流係数, B : 堰の有効幅(m), h : 水深 (越流総水頭(m))

この時、降雨強度 r には作成した擬似降雨を使用する。流出係数 f_p については 0.7~0.8 の範囲で一様乱数を用いた。また、越流確率 P_f は次の条件式で与えられ、モンテカルロ法を用いて決定する。

$$p_f = \text{prob}[h_d < h_p]$$

4.解析結果

表 1 に、4 つのため池 (A,B,C,D) を対象として、各気候変動シナリオに基づいた越流確率を示す。4°C 上昇

したシナリオ下における越流確率の予測結果が最も高くなっており、このことから気温上昇とため池決壊のリスク増加に大きな関係があることが確認できた。また、C 池、D 池に関しては改修前と改修後で破堤確率が大幅に減少していることから、現行のため池改修法はため池破堤のリスク低減に有効であると考えられる。

5.まとめ

本研究では、今後の気候変動による豪雨増加によるため池破堤のリスク回避のために、ため池改修に関する意思決定最適化に貢献することを目的として、将来降雨のデータベース (d4PDF) より抽出した降雨モデルを用いた擬似降雨の作成及び、それらを用いたため池越流確率の予測を行った。結果から、地球温暖化に伴う気候変動によってため池の破堤リスクは増加する可能性があることが確認された。また、一方で気温上昇によるため池破堤リスクの増加に対して、現行のため池改修法の有効であることが確認できた。

参考文献

- 1) 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:
- 2) 藤井弘章, 島田清, 西村伸一(1991): 9019 台風による岡山県内のため池災害, 1990 年 19 号台風による風水害の調査研究, pp.101-130

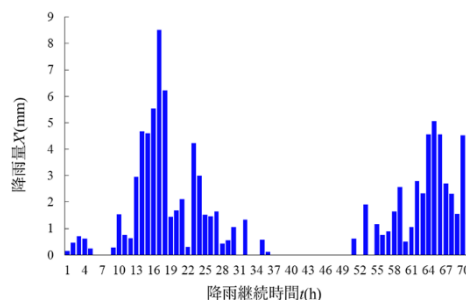


図 4 作成した擬似降雨の 1 例(HFB)
Fig.4 An example of simulated hyetograph (HFB)

表 1 越流確率の予測結果

Table.1 Prediction results of overflow probability.

	$P_f(\%)$		
	HFB	HPB	Observed value
A	0.27	0.00	0.00
B	0.62	0.00	0.00
C Before renovation	19.15	0.61	1.29
C After renovation	0.23	0.00	0.00
D Before renovation	16.53	6.24	0.81
D After renovation	0.00	0.00	0.00