

計画降雨波形に関する研究

金沢大学工学部 学生員 松村 誠一  
 同上 正員 高瀬 信忠  
 同上 正員 宇治橋康行

1. まえがき 現在、計画降雨波形の決定法としては建設省河川砂防技術基準(案)<sup>1)</sup>に示されている実績降雨の引き伸ばしが広く用いられている。しかし、この方法では総雨量の確率年に対しピーク雨量の確率年が極端に大きくなるなどの問題点が指摘されている。最近、江藤<sup>2)</sup>、端野<sup>3)</sup>らは降雨波形の確率モデルを提案しているが、いずれも過去の実測降雨波形そのものを統計的に処理するものではない。本研究ではパターン認識手法を用いて降雨波形そのものを扱い計画降雨波形の決定とその評価を行うことを試みる。

2. 解析対象降雨の抽出法 解析に用いた資料は金沢の1940年～1974年までの35年間の時間雨量である。この雨量資料から七沢ら<sup>4)</sup>が用いたと同じ次の2つの条件を満たす降雨を一雨降雨として抽出した。

- 1) 2.0mm/h未満の降雨が6時間以上継続し、その後2.0mm/h以上の降雨があった場合、その系列を別の一雨降雨とする。
- 2) 1)で得られた一雨降雨のうち降雨継続時間が3時間以上、かつ総雨量が80mm以上の降雨を抽出する。

この結果、金沢の35年間の降雨資料に対して64個の一雨降雨が抽出された。

3. 計画降雨波形の決定手順 一雨降雨資料の抽出から計画降雨波形決定までの手順を図-1に示す。一

雨降雨のデータを抽出した後、降雨波形の特性量として総雨量 $R_T$ 、ピーク時間雨量 $r$ 、および降雨継続時間 $T_c$ を取り、各変量を平均0、標準偏差1となるように正規化した後、I sodata法により降雨パターンを認識分類する。次に各降雨パターンクラスに属する降雨パターンを一雨降雨の総雨量および降雨継続時間を用いて無次元化し、無次元累加降雨パターンを求める。すなわち

$$t' = t / T_c \quad (1) \quad r' = r / R_T \quad (2)$$

ここに、 $t'$ : 無次元降雨継続時間、 $r'$ : 無次元累加雨量

次に各パターンクラスの降雨パターンのついて  $t = 0.25, 0.5, 0.75$  に対する  $r'$  の値を用いて I sodataにより無次元累加降雨パターンを前方集中型、中央集中型、後方集中型の3パターンに分類する。各累加降雨パターンに属する降雨パターンの平均値として3つの累加降雨パターンを決定する。計画降雨波形は、通常確率計算により求められた総雨量を累加降雨パターンを用い時間配分することによって求められ、その確率評価は各パターンクラスの生起確率と3要素の3次元同時分布(ここでは3次元正規分布)によって評価される。

4. 適用結果と考察 2で抽出した64個の降雨パターンに対し I sodataを用いて分類した結果、表-1に示すように3つのパターンクラスに分類された。第1パターンは、継続時間はやゝ長い総雨量、ピーク時間雨量とも小さく計画危険となることのない降雨パターンである。第2パターンは継続時間が短くピーク時間強度が最も強く総雨量も多い短時間強雨型である。第3パターンは総雨量が多く継続時間も長い、いわゆる長時間多雨型である。各パターンクラスの3変数の相関係数は表-2に示すようであり、コルモゴロフスミルノフ検定により検定した結果、各パターンクラスとも有意水

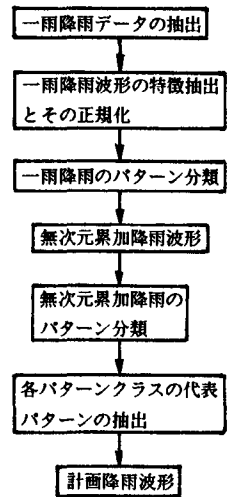


図-1 計画降雨波形の決定手順

表-1 一雨降雨のパターン分類結果

Number of Pattern	Pattern Class 1			Pattern Class 2			Pattern Class 3		
	$R_T$	$T_c$	$r_p$	$R_T$	$T_c$	$r_p$	$R_T$	$T_c$	$r_p$
Reference Vector	96.98	21.48	15.18	111.13	11.24	39.80	192.79	32.84	23.18

準5%で多変数正規分布であると見なされた。次に大出水になりやすいと考えられる第2パターンクラスの降雨に対し、各降雨の累加降雨パターンを無次元化しI sodataにより分類した結果を図-2に示す。図は各パターンクラスの標準パターンを示したものであり、3つのパターンはそれぞれ前方集中型、中央集中型および後方集中型に対応している。リターンベリオド100年に対応する金沢の日雨量190 mmを3パターンのそれぞれに応じて降雨波形とした結果を図-3(a)~(c)に示す。ここで降雨の継続時間は第2パターンクラスの平均継続時間12時間にとってある。ここで各パターンのピーク時間雨量はそれぞれ35.4mm/h、30.8mm/h、50.7mm/hである。図-4に同じ総雨量を用いて実績降雨波形に対して引き伸ばした場合の降雨波形を示す。この場合引き伸ばし率は2.18倍と建設省砂防技術基準(案)に示されている許容限度2倍よりやや大きい、ピーク雨量は81.8mm/h、リターンベリオドは約200年となっており非常に大きな値となっている。しかし、この実績降雨は、第2パターン後方集中型に属するので、前述の図-3(c)波形とすればピーク雨量は50.7mm/h(リターンベリオド15年)となり大きな矛盾はなく合理的な波形と考えられる。

表-2 各パターンクラスの相関係数

	Pattern Class 1	Pattern Class 2	Pattern Class 3
$R_r - T_c$	0.041	0.766	0.110
$R_r - r_p$	0.250	-0.047	0.614
$T_c - r_p$	-0.543	-0.022	-0.279

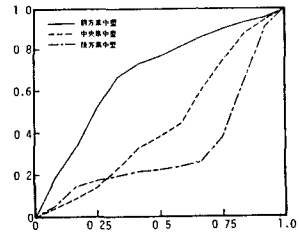
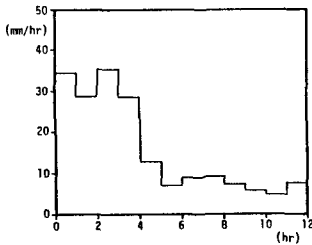
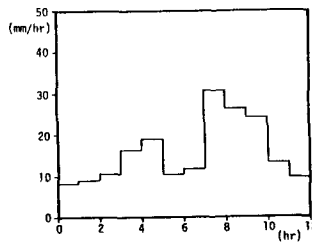


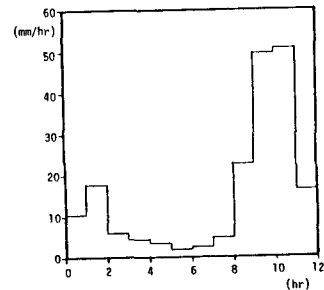
図-2 平均無次元累加降雨パターン



(a) 前方集中型



(b) 中央集中型



(c) 後方集中型

図-3 第2パターンクラスの標準降雨波形

5. おわりに 降雨パターンの特性量として総雨量、ピーク時間雨量、降雨継続時間を取り、降雨波形をパターン分類し、代表パターンを計画降雨波形とすることにより従来法の矛盾を解決した降雨波形を得ることができた。今後は降雨パターンそのもののリターンベリオドについてさらに検討していくつもりである。

参考文献

- 1) 建設省河川局：建設省河川砂防技術基準(案)，計画編，山海堂，pp.12~15，1986年。
- 2) 江藤，室田：一雨降雨の1確率模型，土木学会論文集第345/II-1，pp.101~109，1984年。
- 3) 端野道夫：計画降雨波形の確率論的定式化と条件付確率降雨強度の提案，土木学会論文集，第369/II-5，pp.139~146，1986年
- 4) 七沢 他：等危険度線の治水計画への応用，土木試験所月報，No.407，pp.17~38，1987年。

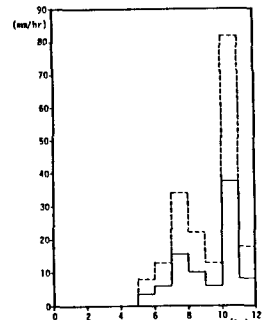


図-4 実績降雨の引き伸ばしによる降雨波形