

II-11

本邦における確率雨量分布と降雨特性について

宮崎大学工学部 正会員 石黒政義

宮崎大学工学部 学生員 O井上正春

1 はしがき 河川洪水流量の算定や各種排水、利水計画において最も重要な水文事象の1つとして降雨特性があげられる。計画降雨として特に米国では各降雨継続時間に対する確率年ごとの雨量分布図が作製提示され有効に利用されつつある。¹⁾わが国においては、いわゆる短時間降雨について1961年石黒が特性係数法を応用したものを発表し、²⁾1968年にこの方法が建設省、土木学会にて採用され、下水道雨水流出量に関する研究報告書として土木学会から発刊され計画降雨の設計基準が示された。⁴⁾計画降雨としては近年まで合理法へ応用する降雨強度曲線が用いられているが、最近の新しい流出解析法では、従来の方法のみで降雨特性を表現できず、これに代るものとしてハイエトグラフ(連続時間降雨曲線)の研究が進められ、その基本式および諸特性については既に石黒によって研究発表されている。^{5), 6)}

本文では全国148地点の日雨量と1時間雨量とを用いて、わが国の確率年別日雨量分布図と1時間特性係数分布図とを提示し、この両分布図を利用することにより任意地点の長時間降雨強度式が得られる。さらに本邦全域の代表的降雨839個を精査してハイエトグラフを求めるときに重要な値となる一連降雨中のピーク位置を示す τ 値を求め各地方、各降雨型などとの関連特性を明らかにした。この結果本文で提示する両分布図と各地方の τ 値を組み合わせることにより本邦各地での任意確率年ハイエトグラフも容易に求められるようになった。

2 本邦の確率日雨量と確率特性係数値分布図 気象庁管下144気象台、測候所および琉球気象台管下4測候所、合計148地点の観測開始以来1967年まで(平均40年間)の毎年最大日雨量と1時間雨量を資料として対数正規分布の岩井法により各地点ごとに確率計算を行なった(この計算には宮大電子計算機FACOM-70を用いた)。確率年は2, 3, 5, 7, 10, 20, 30, 50, 75, 100年をとりそれぞれの分布図を作製したが、確率100年, 75年, 50年の分布図のみを図-1, 図-3, 図-5に示す。つぎに日雨量に対する1時間雨量の特性係数値 β_{τ}^1 を各地点、各確率年ごとに求め、全国分布図を日雨量と同一確率年について作製した。その一部を図-2, 図-4, 図-6に示す。確率雨量は当然南九州、南四国、紀伊半島東南部で多く、瀬戸内、中央内陸部、北海道は小さい値となっている。特性係数値 β_{τ}^1 は一般に日雨量の多い地方(多雨地方)が小さく、雨量の少ない地方は大きい傾向にある。これは日雨量に対する1時間雨量の比であるから、多雨地方では日雨量も多いが時間雨量も多く、少雨地方では日雨量に比べて時間雨量が多いためである。

3 本邦の降雨特性 気象庁管下各気象台にて1955年から1964年の10年間に観測された1時間最大50mm以上の降雨839個を取り出しそれぞれの τ 値(降雨の開始よりピークまでの時間を t_p 、降雨継続時間を t_c とすれば、 $\tau = \frac{t_p}{t_c}$)を求め、図-7に示した気候区別に分類し各地方の特性を調べた。それをまとめたものが表-1であり、頻度分布の一例を図-8に示す。一般に τ の平均値は0.6となる地方が多い。ただし九州型のように平均値が0.5となる地方もあるが、雨量別平均値をみると雨量が多くなるにつれて τ は0.5から0.6の値をとるようになってくる。各地方における τ 値の

图-1 本邦100年確率日雨量分布图
(单位 mm) R'_{100}

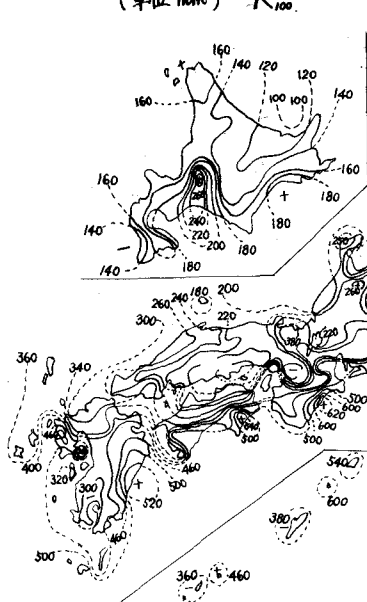


图-2 本邦100年確率特性係数分布图
 B'_{100}

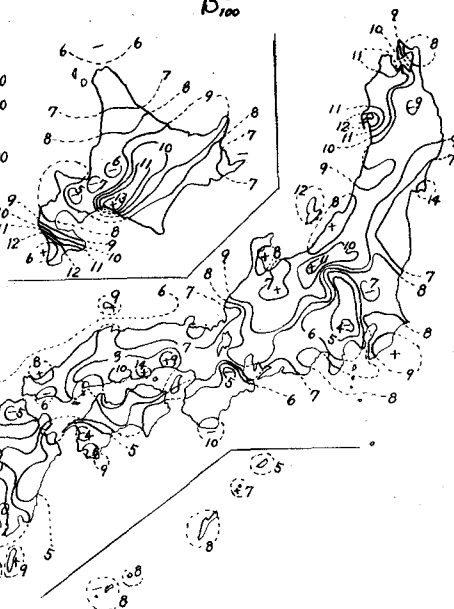


图-3 本邦75年確率日雨量分布图
(单位 mm) : R'_{75}

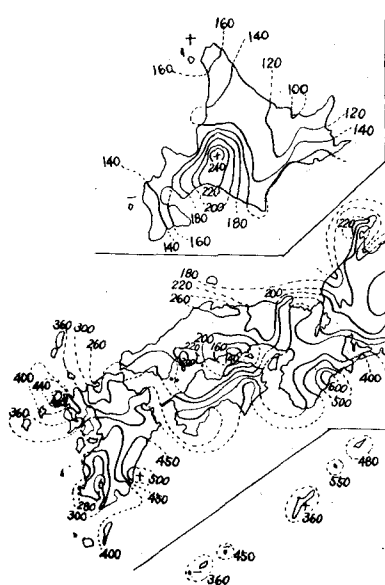


图-4 本邦75年確率特性係数分布图
 B'_{75}

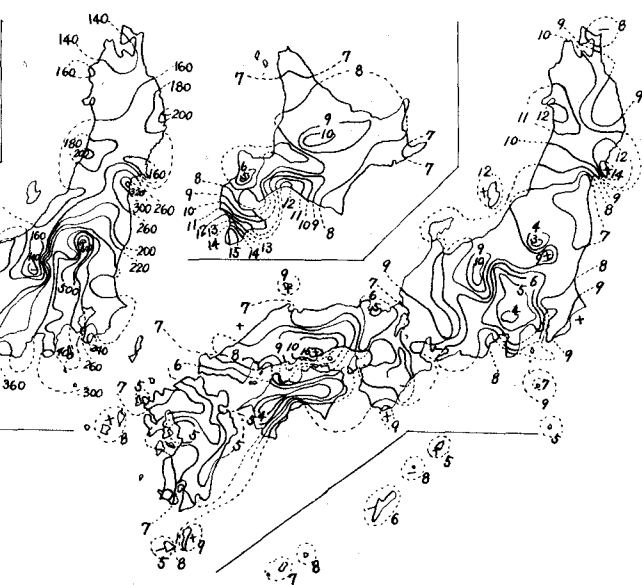


図-5. 本邦50年確率日雨量分布図
(単位 mm) : R'_{50}

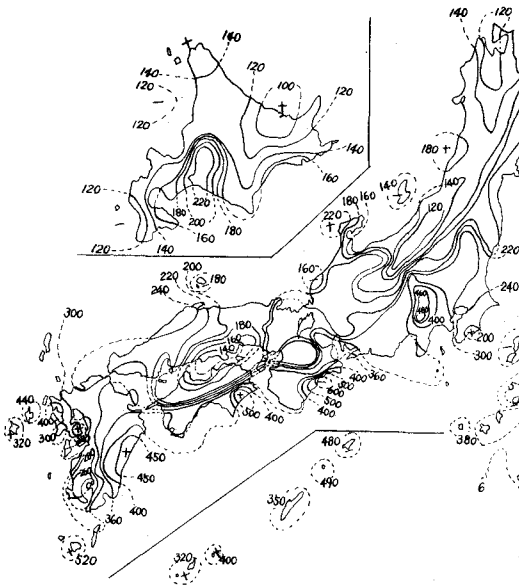
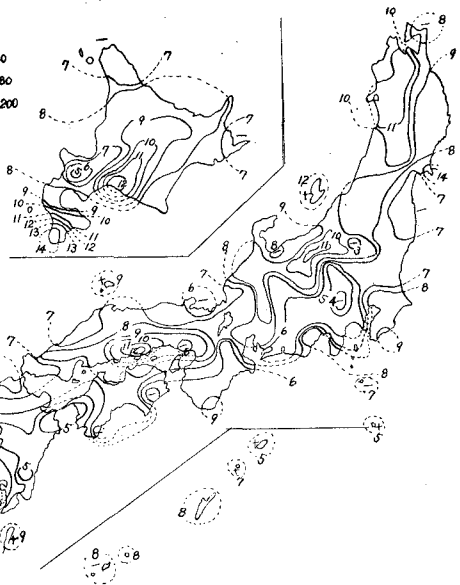


図-6. 本邦50年確率特性係数分布図
 β'_{50}



頻度分布から最頻値(モード)を雨量別に分類すればこの傾向はいっそう判然とし、雨量が多くなるにつれて 0.7, 0.8 などの大きい値を示す。大洪水は降雨のピーク位置が後半にある場合に最も危険と考えられるから、雨量が多くなるにつれて値も大きい値を示すという傾向は注目すべき事実である。ゆえに設計降雨決定の際の各地方の r 値選定にあつては、平均値の r よりモードの r をとるほうが妥当と思われる。また降雨の種類別による分類も表-1 の下段に示したが前線、低気圧の r 値よりも台風の影響の r 値が大きいという特性が明らかになった。

4 計算例 以上の確率日雨量分布図、確率特性係数値分布図、 r 値表を用いて宮崎市の100年確率日雨量ハイエトグラフと時間ごとの降雨量の算定実例を示す。

図-1, 図-2より $R'_{100} = 542.6 \text{ mm}$, $\beta'_{100} = 4.97$

表-1より $r = 0.8$ (南海型 雨量別モード 300 mm以上)

確率降雨強度式の特性係数算定式より²⁾

$$I_{100}^{24} = R'_{100} \cdot \beta = R'_{100} \cdot \frac{a'}{t + b}$$

$$b = \frac{(24 - \beta'_{100})}{\beta'_{100} - 1} = \frac{(24 - 4.97)}{4.97 - 1} = 4.8$$

$$a' = b + 24 = 4.8 + 24 = 28.8$$

$$\therefore \beta = \frac{28.8}{t + 4.8} \quad I_{100}^{24} = 542.6 \times \frac{28.8}{t + 4.8} = \frac{15627}{t + 4.8}$$

ハイエトグラフ算定式より⁶⁾

$$\text{ピーク前: } i_k = \frac{a \cdot b}{\{t_f + b\}^2} = \frac{15627 \times 4.8}{\{t_{0.8} + 4.8\}^2} = \frac{75010}{\{t_{0.8} + 4.8\}^2}$$

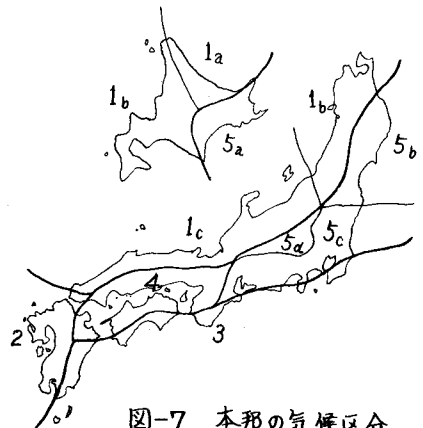


図-7. 本邦の気候区分

国中の 番号	気候区	平均r (%)資料数	最頻値 (%)	雨量別最頻値(%) 下段() 平均r			
				50~100	100~200	200~300	300以上
1b	東日本 東北・北海道型	0.5 (24)	0.5 (25%)				
1c	東日本 北陸・山陰型	0.6 (84)	0.5 (21%)	0.5 (32%) [0.5]	0.7 (23%) [0.6]	0.8 (33%) [0.7]	0.5 (33%) [0.6]
2	九州型	0.5 (136)	0.5 (17%)	0.5 (39%) [0.5]	0.5 (16%) [0.5]	0.5 (17%) [0.6]	0.8 (27%) [0.6]
3	南海型	0.6 (234)	0.8 (17%)	0.6 (26%) [0.6]	0.6 (16%) [0.6]	0.8, 0.9 (17%) [0.6]	0.8 (21%) [0.6]
4	瀬戸内型	0.6 (120)	0.8 (23%)	0.5 (33%) [0.6]	0.8 (33%) [0.6]	0.7 (26%) [0.6]	0.8, 0.9 (20%) [0.6]
5b	東日本 山陰・常陸型	0.6 (15)	0.7, 0.8 0.9 (20%)				
5c	東日本 東海・関東型	0.6 (162)	0.8 (18%)	0.8 (23%) [0.5]	0.7, 0.8 (16%) [0.6]	0.6 (20%) [0.7]	0.7 (21%) [0.6]
5d	東日本 中央・高圧型	0.7 (44)	0.7 (27%)	0.7 (33%) [0.7]	0.7 (45%) [0.6]	0.7 (38%) [0.7]	0.9 (21%) [0.7]
	全国	0.6 (839)	0.8 (19%)	0.5 (23%) [0.5]	0.8 (15%) [0.6]	0.7, 0.8 (18%) [0.6]	0.8 (23%) [0.6]
種別	台風	0.6 (378)	0.8 (22%)	0.8 (30%) [0.6]	0.7 (24%) [0.6]	0.7 (24%) [0.7]	0.8 (23%) [0.6]
	前線	0.5 (216)	0.5 (19%)	0.3 (27%) [0.5]	0.8 (16%) [0.5]	0.5 (20%) [0.6]	0.5 (29%) [0.6]
	低気圧	0.6 (114)	0.4, 0.5 (17%)	0.5 (39%) [0.6]	0.4, 0.6 (17%) [0.6]	0.4, 0.5 (24%) [0.6]	0.4 (25%) [0.5]

表-1

$$\text{ピーク後: } i_a = \frac{a \cdot b}{\{t_1 r + b\}^2} = \frac{750/10}{\{t/2 + 4.8\}^2}$$

この i_a , i_b を図示したものが図-9の実際である。
時間ごとの降雨量は次式から求める。⁶⁾

$$i_{t_{b_1}}^{t_{b_2}} = a \cdot b \cdot r^2 \left\{ \frac{1}{t_{b_1} + b r} - \frac{1}{t_{b_2} + b r} \right\}$$

$$i_{t_{a_1}}^{t_{a_2}} = a \cdot b \cdot (1-r)^2 \left\{ \frac{1}{t_{a_1} + b(1-r)} - \frac{1}{t_{a_2} + b(1-r)} \right\}$$

① ピーク部 $r=0.8$ であるから $t_{b_2}=0.8\text{hr}$, $t_{a_2}=0.2\text{hr}$

$$i_{t_{b_1}, 0.0}^{t_{b_2}, 0.8} = 2112.2 \therefore R_{b_1} = 88.0, i_{t_{a_1}, 0.0}^{t_{a_2}, 0.2} = 538.9$$

$$\therefore R_{a_1} = 22.5 \therefore R_p = R_{b_1} + R_{a_1} = 88.0 + 22.5 = 110.5 \text{ mm}$$

② $i_{t_{b_1}, 0.8}^{t_{b_2}, 0.8} = 1872.2 \therefore R_{b_2} = 78.7 \text{ mm}$ 以下同様に R_{b_i}

③ $i_{t_{a_1}, 0.2}^{t_{a_2}, 0.2} = 1197.5 \therefore R_{a_1} = 49.9 \text{ mm}$ 以下同様に R_{a_i}

順次計算したものを図-9に示す。

5 おさひ 本研究によって本邦における計画降雨としての日雨量単位確率降雨強度式および確率ハイトグラフが容易に算定できるようになった。最後に本研究は昭和43年度文部省科学研究費各相研究(わが国における災害時の降雨特性に関する研究)の補助によるものであり、資料収集に御協力頂いた宮崎地方気象台長三浦武亜氏、気象協会宮崎支部長鈴木重義氏および資料整理と計算に助力頂いた当土木教室井上幸子、野村真子、宮大電子計算室浜田俊子の諸君に謝意を表したい。

参考文献

- 1) Rainfall Frequency Atlas of the United States for Duration from 30 Minutes to 24 hours and Return Periods from 1 to 100 Years, Weather Bureau, U.S. Dept. of Commerce, May 1961
- 2) 石黒: 特性係数法による確率降雨強度式算定法, 土木学会論文集 NO. 74, 1961
- 3) 石黒: 本邦における確率雨量分布図, 特性係数分布図: 水道協会誌 NO. 320 NO. 323 1961
- 4) 土木学会: 下水道雨水流出量に関する研究報告書: 1968年3月
- 5) 石黒: 42年7月佐世保災害の降雨特性について, 土木学会西部支部研究発表会論文集 1968年2月
- 6) 石黒: ハイトグラフとその特性に関する研究, 土木学会論文集 NO. 155, 1968年7月

図-8. r値頻度分布の例

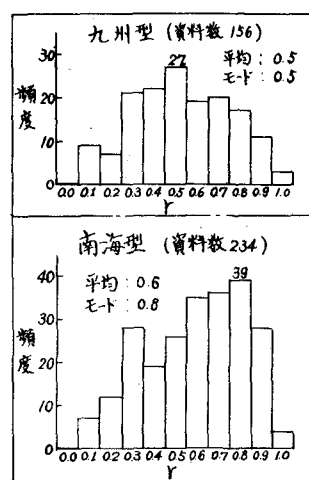


図-9. 100年確率日雨量ハイトグラフと毎時間降雨量(宮崎市)

