

四国地方の中時間確率ハイエトグラフ
算定法に関する研究
降雨特性との関係について

鎌 田 萬

RESEARCH ON METHOD OF CALCULATION OF MEDIUM TIME
PROBABILITY HYETOGRAPHS IN SHIKOKU DISTRICT
FOR THE RELATION OF RAINFALL CHARACTERISTICS

Takashi KAMADA

In flood control and water utilization planning, it is indispensable to set up the base flood at the standard spot in the planning, and of this base flood, for calculating the design hydrograph, the method of calculating a proper probability hyetograph is required.

However, as for this method of calculating a probability hyetograph, since it is a difficult problem to make its rainfall waveform by the most realistic expression, at present, there is the feeling that this research has been still left behind.

Accordingly, the author has carried out the investigation and research on the method of calculation which approximates the actual rainfall waveform of the heavy rainfalls occurred recently and in the past, taking Shikoku district as the object

Consequently, in the method of calculating a medium time probability hyetograph, it was decided to adopt probability time rainfall as its base quantity, and to determine it according to the equation for probability rainfall intensity, thus the author has proposed three methods of using R_1 and R_6 , R_3 and R_{12} , and R_6 and R_{12} .

As the results of this research, it was clarified that as for the most rational method of calculation, there was the relation with rainfall characteristics, and it was able to be clarified also that when the rainfall characteristics are represented by A/B , in the case of nearly $A/B > 3$, by applying the method using R_3 and R_{12} , in the case of $3 > A/B > 2$, by applying the method using R_6 and R_{12} , and in the case of $A/B < 2$, by applying the method using R_1 and R_6 to the calculation, the good analysis was feasible.

治水・利水計画においては、計画基準地点の基本高水を設定することが不可欠であり、この基本高水のうち、計画ハイドログラフの算定には、適正な確率ハイエトグラフの算定法が必要となる。

しかしながら、この確率ハイエトグラフの算定法については、その降雨波形をもっとも現実的な表現で作製することが、むづかしい問題であるので、現在、これらの研究は、まだ、とり残されている感がする。

したがって、筆者は、この算定法について、四国地方を対象とし、近年、過去に発生した豪雨の現実の降雨波形に近似となる算定法につき調査・研究を行ってきた。

そして、中時間確率ハイエトグラフの算定法においては、その基本量は、確率時間降雨量を採用し、確率降雨強度式より求めることとし、 R_1 と R_6 、また、 R_3 と R_{12} 、さらに、 R_6 と R_{12} を用いる3方法を提唱してきた。

本研究の結果、もっとも合理的な算定法については、降雨特性との関係があることも明らかにし、降雨特性を A/B

で表現すると、おおよそ、 $A/B > 3$ のときは、 R_3 と R_{12} を用いた方法、 $3 > A/B > 2$ のときは、 R_6 と R_{12} を用いた方法、 $A/B < 2$ のときは、 R_1 と R_6 を用いた算定法を適用すると、良い解析のできることを明らかにすることができた。

1 ま え が き

洪水調節用の治水容量、また、上水・工水・灌漑用水などの利水容量確保の多目的ダム建設計画、さらに、内水災害防除用のポンプ排水機場の建設計画などにおいては、その計画基本量は、その計画基準地点の計画ハイドログラフが不可欠なものとなり、この解析の入力には、その地点の、もっとも現実的な降雨波形をした確率ハiestグラフの算定法^(4,5)が必要となる。

したがって、筆者は、近年、この確率ハiestグラフの算定法について調査研究を行ない、その対象地点については、四国地方を選び、昭和59年は、四国地方の各地方気象台^(6,7)、すなわち、高松・松山・徳島・高知地方気象台、昭和60年は、四国地方の各県で、比較的に降雨量が多く、また、時間別降雨資料がよく調査整理されている地点⁽⁸⁾、すなわち、香川県は塩江、愛媛県は宇和島、徳島県は日和佐、高知県は本山を選び、調査研究を行ってきた。

本研究においては、昭和61年に調査研究を行った、香川県は五名、愛媛県は久万、徳島県は穴吹、高知県は佐川について報告し、降雨波形をもっとも現実的な表現で作製することのできる中時間確率ハiestグラフの算定法については、その地点の降雨特性との関係についても、さらに深く考察し、知見を与えることにした。

2 代表地点の確率降雨量の解析

本研究における四国地方代表地点の選定については、昭和59年と60年に、すでに、調査研究を行なってきた地点を

Table 1 四国代表地点の時間別確率降雨量 単位 mm

| 確 率 年 | 時 間 別 確 率 降 雨 量 | | | | |
|-------|-----------------|-------|-------|-------|--------|
| | 1 時 間 | 2 時 間 | 3 時 間 | 6 時 間 | 12 時 間 |
| 五 名 | | | | | |
| | 200 | 83 | 140 | 211 | 297 |
| | 100 | 75 | 126 | 186 | 264 |
| | 50 | 68 | 113 | 162 | 232 |
| | 30 | 63 | 103 | 144 | 209 |
| | 20 | 58 | 95 | 131 | 191 |
| 久 万 | | | | | |
| | 200 | 53 | — | 99 | 159 |
| | 100 | 50 | — | 95 | 149 |
| | 50 | 47 | — | 89 | 140 |
| | 30 | 45 | — | 85 | 132 |
| | 20 | 44 | — | 82 | 126 |
| 穴 吹 | | | | | |
| | 200 | 87 | 135 | 197 | 341 |
| | 100 | 78 | 121 | 175 | 298 |
| | 50 | 69 | 108 | 154 | 256 |
| | 30 | 63 | 99 | 139 | 227 |
| | 20 | 58 | 91 | 127 | 205 |
| 佐 川 | | | | | |
| | 200 | 127 | 189 | 215 | 358 |
| | 100 | 117 | 175 | 203 | 327 |
| | 50 | 107 | 160 | 189 | 297 |
| | 30 | 100 | 149 | 179 | 275 |
| | 20 | 94 | 140 | 170 | 257 |

除き、四国地方の各県で比較的に降雨量が多く、また、時間別降雨量の資料がよく調査整理されている地点、すなわち、香川県は五名、愛媛県は久万、徳島県は穴吹、高知県は佐川を選ぶことにした。

そして、各地点の降雨資料については、五名は、香川県五名ダム管理事務所の昭和32年から60年まで、久万は、松山地方気象台久万観測所の昭和30年から60年まで、穴吹は、徳島地方気象台穴吹観測所の昭和32年から60年まで、佐川は、高知地方気象台佐川観測所の昭和30年から60年までの資料を採用することにし、各地点ともに、時間別降雨資料は、降雨継続時間、1時間、2時間、3時間、6時間、12時間の毎年の最大値を調査、抽出することにした。

つぎに、確率降雨量の解析^(1,2,3)においては、この資料を基に、解析法は、岩井法を適用、確率年は、200年、100年、50年、30年、20年のものを算出することにした。

その解析結果については、Table 1 に示すとおりのもとなった。

3 代表地点の過去豪雨時のハイトグラフ

四国地方の代表地点において、過去に発生した大豪雨の発生日については、調査資料のうち、五名と穴吹は、12時間最大降雨量が約200mm以上で1時間最大降雨量が約50mm以上、久万は、12時間最大降雨量が約150mm以上で1時間最大降雨量が約30mm以上、また、佐川は、12時間最大降雨量が約300mm以上で1時間最大降雨量が約80mm以上のものを調査、抽出することにした。

その結果、五名においては、昭和54年9月30日、昭和49年7月6日、昭和36年9月16日、久万においては、昭和45年8月21日、昭和39年9月25日、昭和36年9月16日、穴吹においては、昭和54年9月30日、昭和51年9月11日、昭和45年8月21日、佐川においては、昭和50年8月17日、昭和44年9月14日のものを抽出し、その降雨のハイトグラフについて調査した。

この調査した降雨をハイトグラフとして図示したものは、Fig 1 から Fig 11 に示すものである。

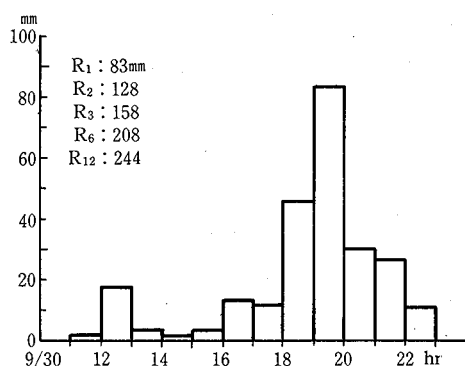


Fig 1 五名の昭54. 9. 30のハイトグラフ

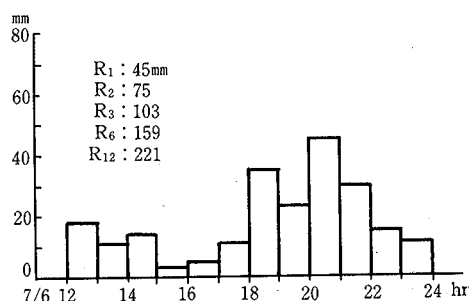


Fig 2 五名の昭49. 7. 6のハイトグラフ

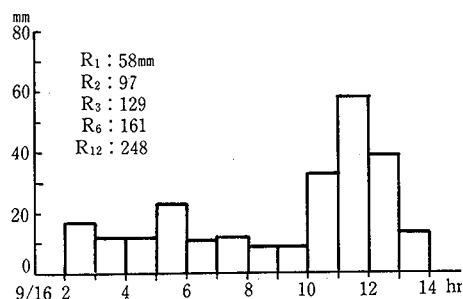


Fig 3 五名の昭36. 9. 16のハイトグラフ

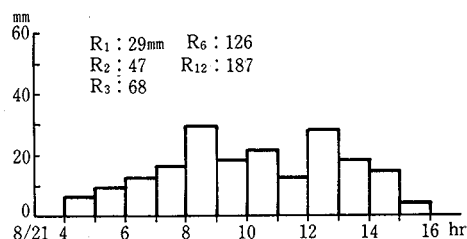


Fig 4 久万の昭45. 8. 21のハイトグラフ

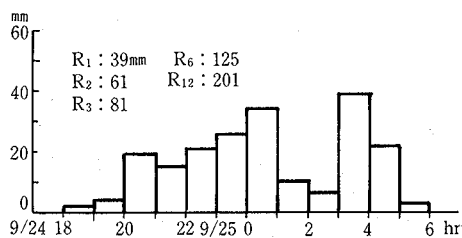


Fig. 5 久万の昭39.9.25のハイエトグラフ

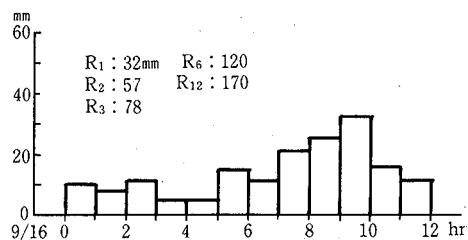


Fig. 6 久万の昭36.9.16のハイエトグラフ

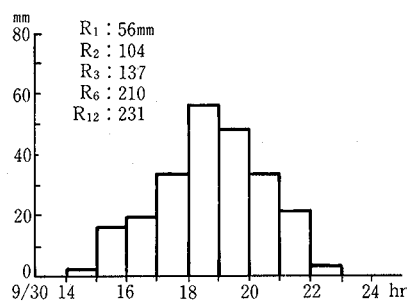


Fig. 7 穴吹の昭54.9.30のハイエトグラフ

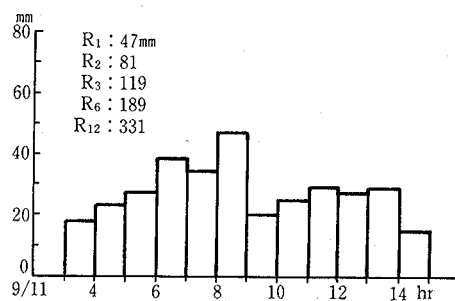


Fig. 8 穴吹の昭51.9.11のハイエトグラフ

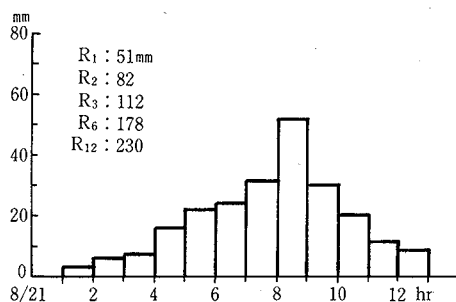


Fig. 9 穴吹の昭45.8.21のハイエトグラフ

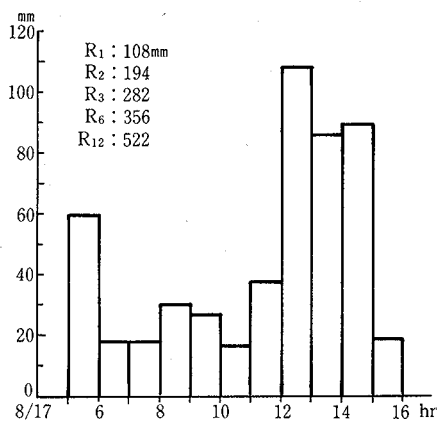


Fig. 10 佐川の昭50.8.17のハイエトグラフ

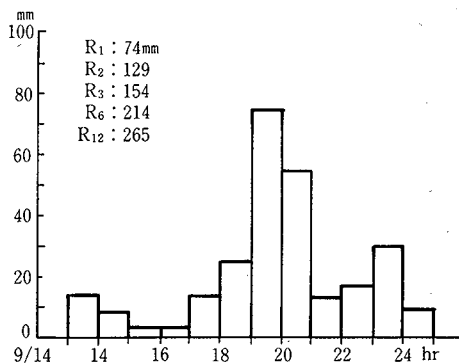


Fig. 11 佐川の昭44.9.14のハイエトグラフ

4 代表地点の確率ハイトグラフの算定

代表地点の過去豪雨のうち、もっとも降雨量の多い代表豪雨については、五名は、昭和36年9月16日のもので、このときの $R_1 = 58\text{mm}$ は20年確率、 $R_2 = 97\text{mm}(1/20)$ 、 $R_3 = 129\text{mm}(1/20)$ 、 $R_6 = 161\text{mm}(1/10)$ 、 $R_{12} = 248\text{mm}(1/20)$ 、久万は、昭和39年9月25日のもので、このときの $R_1 = 39\text{mm}(1/10)$ 、 $R_2 = 61\text{mm}(-)$ 、 $R_3 = 81\text{mm}(1/20)$ 、 $R_6 = 125\text{mm}(1/20)$ 、 $R_{12} = 201\text{mm}(1/30)$ 、穴吹は、昭和54年9月30日のもので、 $R_1 = 56\text{mm}(1/20)$ 、 $R_2 = 104\text{mm}(1/50)$ 、 $R_3 = 137\text{mm}(1/30)$ 、 $R_6 = 210\text{mm}(1/20)$ 、 $R_{12} = 231\text{mm}(1/10)$ 、佐川は、昭和50年8月17日のもので、 $R_1 = 108\text{mm}(1/50)$ 、 $R_2 = 194\text{mm}(1/200)$ 、 $R_3 = 282\text{mm}(1/200)$ 、 $R_6 = 356\text{mm}(1/200)$ 、 $R_{12} = 522\text{mm}(1/200)$ であった。

したがって、本研究の確率ハイトグラフ解析の確率年については、五名・久万・穴吹は、20年確率ハイトグラフ、佐川は、100年確率ハイトグラフについて、算定法は、筆者が提唱している3方法⁽⁶⁾を適用、解析を行うことにした。

4-1 R_1 と R_6 を用いたとき

この確率ハイトグラフの算定法においては、その基本量は、1時間と6時間確率降雨量を採用、算定した確率降雨強度式を用いて解析する方法である。

このときの各代表地点の Talbot 式、地方定数については、Table 2 に示すとおりのもとなった。

Table 2 R_1 と R_6 を用いた Talbot 式の地方定数

| 地 点 | 確 率 年 | 確 率 降 雨 量 | | 地 方 定 数 | |
|-----|-------|-----------|-----------|---------|------|
| | | 1 時 間 | 6 時 間 | a | b |
| 五 名 | 20 | mm 58 | mm 191 | 353 | 5.08 |
| 久 万 | 20 | 44 | 126 | 201 | 3.57 |
| 穴 吹 | 20 | 58 | 205 | 416 | 6.17 |
| 佐 川 | 100 | 117 | 327 | 510 | 3.36 |

また、この地方定数を用いて、五名・久万・穴吹は、20年確率ハイトグラフ、佐川は、100年確率ハイトグラフを解析した結果については、Fig. 12 から Fig. 15 に示すとおりのもとなった。

4-2 R_3 と R_{12} を用いたとき

この確率ハイトグラフの算定法においては、その基本量は、3時間と12時間確率降雨量を採用、算出した確率降雨強度式を用いて解析する方法である。

このときの各代表地点の Talbot 式、地方定数については、Table 3 に示すとおりのもとなった。

また、この地方定数を用いて、五名・久万・穴吹は、20年確率ハイトグラフ、佐川は、100年確率ハイトグラフを解析した結果については、Fig. 16 から Fig. 19 に示すとおりのもとなった。

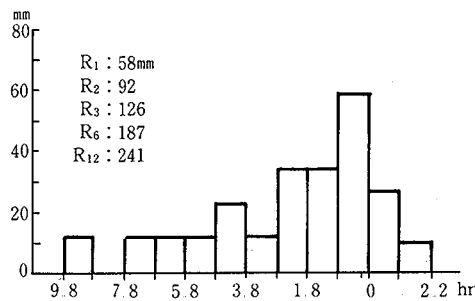


Fig. 12 五名の R_1 と R_6 を用いた20年確率ハイトグラフ

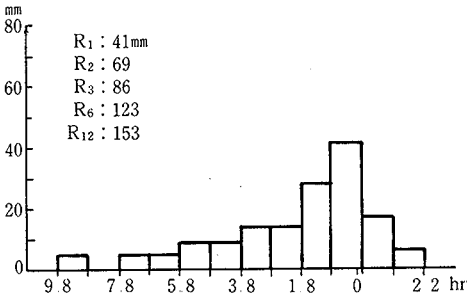


Fig. 13 久万の R_1 と R_6 を用いた20年確率ハイトグラフ

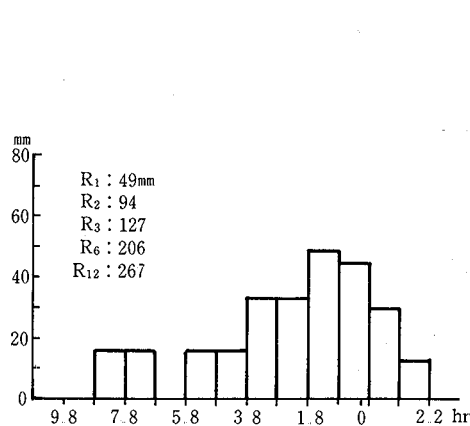


Fig. 14 穴吹の R_1 と R_6 を用いた20年確率
ハイトグラフ

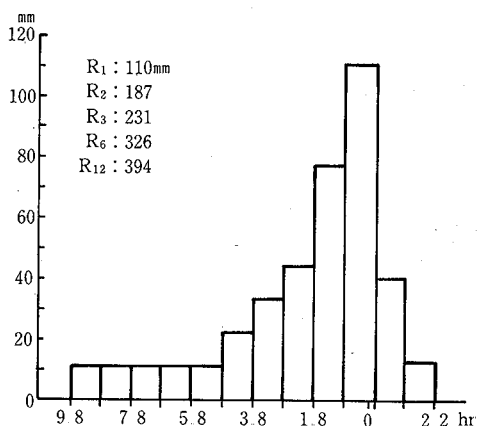


Fig. 15 佐川の R_1 と R_6 を用いた100年確率
ハイトグラフ

Table 3 R_3 と R_{12} を用いた Talbot 式の地方定数

| 地 点 | 確 率 年 | 確 率 降 雨 量 | | 地 方 定 数 | |
|-----|-------|-----------|-----------|---------|-------|
| | | 3 時 間 | 12 時 間 | a | b |
| 五 名 | 20 | mm 131 | mm 263 | 398 | 6.07 |
| 久 万 | 20 | 82 | 194 | 358 | 10.08 |
| 穴 吹 | 20 | 127 | 286 | 493 | 8.64 |
| 佐 川 | 100 | 203 | 437 | 706 | 7.49 |

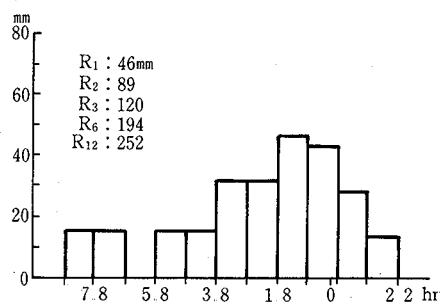


Fig. 16 五名の R_3 と R_{12} を用いた20年確率
ハイトグラフ

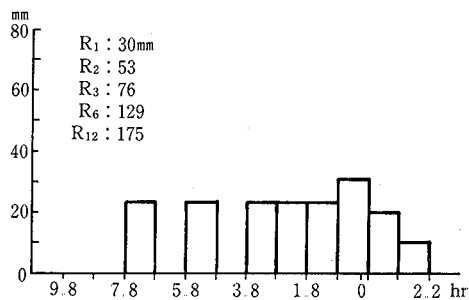


Fig. 17 久万の R_3 と R_{12} を用いた20年確率
ハイトグラフ

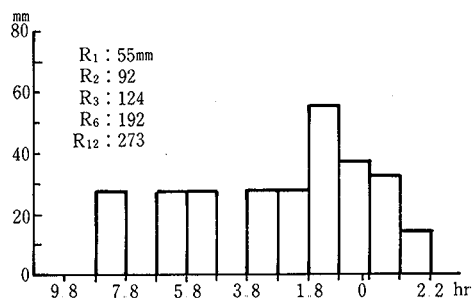


Fig. 18 穴吹の R_3 と R_{12} を用いた20年確率
ハイトグラフ

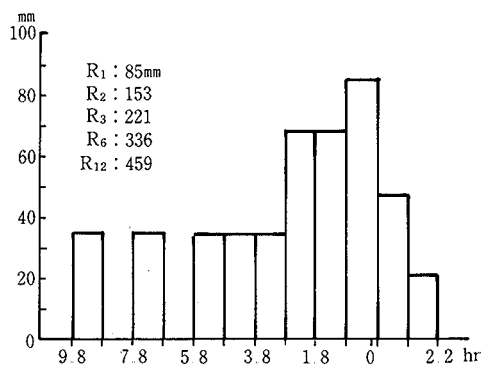


Fig. 19 佐川の R_3 と R_{12} を用いた100年確
率ハイトグラフ

4-3 R_6 と R_{12} を用いたとき

この確率ハイトグラフの算定法においては、その基本量は、6時間と12時間確率降雨量を採用、算出した確率降雨強度式を用いて解析する方法である。

このときの各代表地点の Talbot 式、地方定数については、Table 4 に示すとおりのもとなった。

Table 4 R_6 と R_{12} を用いた Talbot 式の地方定数

| 地 点 | 確 率 年 | 確 率 降 雨 量 | | 地 方 定 数 | |
|-----|-------|-----------|-----------|---------|-------|
| | | 6 時 間 | 12 時 間 | a | b |
| 五 名 | 20 | mm 191 | mm 263 | 424 | 7.26 |
| 久 万 | 20 | 126 | 194 | 421 | 14.04 |
| 穴 吹 | 20 | 205 | 286 | 472 | 7.80 |
| 佐 川 | 100 | 327 | 437 | 660 | 6.08 |

また、この地方定数を用いて、五名・久万・穴吹は、20年確率ハイトグラフ、佐川は、100年確率ハイトグラフを解析した結果については、Fig. 20 から Fig. 23 に示すとおりのもとなった。

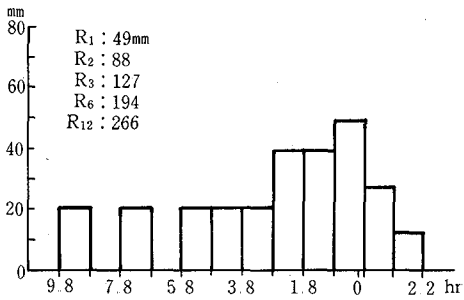


Fig. 20 五名の R_6 と R_{12} を用いた20年確率ハイトグラフ

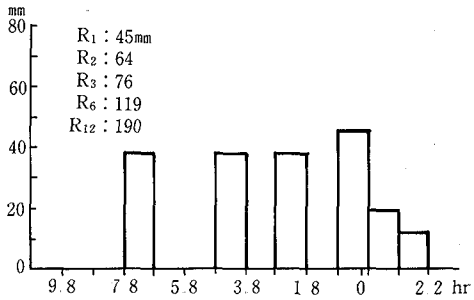


Fig. 21 久万の R_6 と R_{12} を用いた20年確率ハイトグラフ

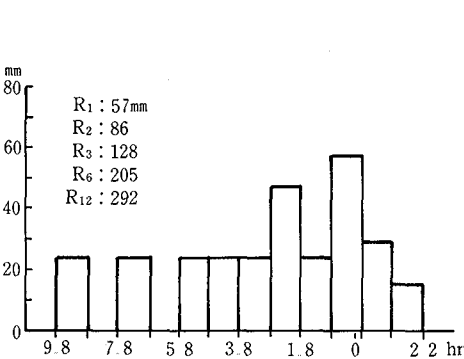


Fig. 22 穴吹の R_6 と R_{12} を用いた20年確率ハイトグラフ

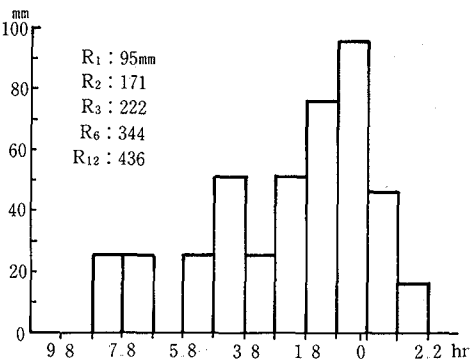


Fig. 23 佐川の R_6 と R_{12} を用いた100年確率ハイトグラフ

5 考 察

降雨波形をもっとも現実的な表現で作製できる確率ハイトグラフの算定法の考察については、各代表地点の代表豪雨ハイトグラフと筆者が提唱している3方法で解析した確率ハイトグラフを比較、考察することにした。

この考察方法については、各時間別降雨量の絶対値よりの考察と、各時間別降雨量を降雨強度に変換し、降雨強度

曲線の線型よりの考察の2方法で行った。

そして、もっとも現実的な降雨波形となる確率ハイトグラフの算定法については、その地点の降雨特性との関係があることも明らかとなったので、もっとも合理的な算定法は、これらとの関係より見出すことにした。

5-1 降雨量絶対値より考察

この考察においては、代表豪雨には、五名は昭和36年9月16日、久万は昭和39年9月25日、穴吹は昭和54年9月30日、佐川は昭和50年8月17日を選び、各代表地点、それぞれ、各算定法で解析した確率ハイトグラフとの比較を行った。

そして、それぞれ、各時間別降雨量の絶対値、 R_1 , R_2 , R_3 , R_6 , R_{12} を算出し、比較、考察を行った。

その考察結果については、Table 5に示すとおりのもとなった。

Table 5 降雨量絶対値より考察 その1

| 算 定 法 | R_1 | R_2 | R_3 | R_6 | R_{12} | 適 合 度 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|----------|-------|
| 五名(1/20) | mm | mm | mm | mm | mm | |
| S 36.9.16 | 58 | 97 | 129 | 161 | 248 | |
| 確率年 | 1/20 | 1/20 | 1/20 | 1/10 | 1/20 | |
| R_1, R_6 | 58 | 92 | 126 | 187 | 241 | ○ |
| R_3, R_{12} | 46 | 89 | 120 | 194 | 252 | |
| R_6, R_{12} | 49 | 88 | 127 | 194 | 266 | |
| 久万(1/20) | | | | | | |
| S 39.9.25 | 39 | 61 | 81 | 125 | 201 | |
| 確率年 | 1/10 | — | 1/20 | 1/20 | 1/30 | |
| R_1, R_6 | 41 | 69 | 86 | 123 | 153 | |
| R_3, R_{12} | 30 | 53 | 76 | 129 | 175 | |
| R_6, R_{12} | 45 | 64 | 76 | 119 | 190 | ○ |
| 穴吹(1/20) | | | | | | |
| S 54.9.30 | 56 | 104 | 137 | 210 | 231 | |
| 確率年 | 1/20 | 1/50 | 1/30 | 1/20 | 1/30 | |
| R_1, R_6 | 49 | 94 | 127 | 206 | 267 | ○ |
| R_3, R_{12} | 55 | 92 | 124 | 192 | 273 | |
| R_6, R_{12} | 57 | 86 | 128 | 205 | 292 | |
| 佐川(1/100) | | | | | | |
| S 50.8.17 | 108 | 194 | 282 | 356 | 522 | |
| 確率年 | 1/50 | 1/200 | 1/200 | 1/200 | 1/200 | |
| R_1, R_6 | 110 | 187 | 231 | 326 | 394 | |
| R_3, R_{12} | 85 | 153 | 221 | 336 | 459 | |
| R_6, R_{12} | 95 | 171 | 222 | 344 | 436 | ○ |

また、高松・松山・徳島・高知・塩江・宇和島・日和佐・本山のものについては、Table 6に示すとおりのもとなった。

5-2 降雨強度曲線型より考察

この考察においては、各代表地点、各ハイトグラフの各時間別降雨量を降雨強度に変換し、それぞれ、1時間、2時間、3時間、6時間、12時間の降雨強度を $I_1, I_2, I_3, I_6, I_{12}$ とし、降雨強度の線型については、 $\frac{I_1 - I_{12}}{11}, \frac{I_2 - I_{12}}{10}, \frac{I_3 - I_{12}}{9}, \frac{I_6 - I_{12}}{6}$ の値を算出し、比較、考察をした。

そして、五名・久万・穴吹・佐川の考察結果については、Table 7に示すとおりのもとなった。

また、高松・松山・徳島・高知・塩江・宇和島・日和佐・本山のものについては、Table 8に示すとおりのもとなった。

Table 6 降雨量絶対値より考察 その2

| 算 定 法 | R ₁ | R ₂ | R ₃ | R ₆ | R ₁₂ | 適 合 度 |
|----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-------|
| 高松(1/50) | mm | mm | mm | mm | mm | |
| S 25.8.6 | 67 | 100 | 114 | 126 | 135 | |
| 確率年 | 1/100 | 1/100 | 1/50 | 1/20 | 1/10 | |
| R ₁ , R ₆ | 66 | 96 | 115 | 152 | 174 | |
| R ₃ , R ₁₂ | 63 | 92 | 110 | 146 | 171 | ○ |
| R ₆ , R ₁₂ | 64 | 93 | 111 | 147 | 169 | ○ |
| 松山(1/100) | | | | | | |
| S 54.6.27 | 41 | 68 | 86 | 120 | 145 | |
| 確率年 | 1/20 | 1/50 | 1/50 | 1/200 | 1/100 | |
| R ₁ , R ₆ | 57 | 80 | 92 | 114 | 126 | |
| R ₃ , R ₁₂ | 59 | 85 | 99 | 127 | 144 | ○ |
| R ₆ , R ₁₂ | 40 | 62 | 80 | 114 | 140 | |
| 徳島(1/50) | | | | | | |
| S 25.9.3 | 87 | 139 | 182 | 227 | 241 | |
| 確率年 | 1/20 | 1/50 | 1/100 | 1/50 | 1/30 | |
| R ₁ , R ₆ | 101 | 151 | 176 | 226 | 260 | |
| R ₃ , R ₁₂ | 99 | 145 | 172 | 228 | 262 | ○ |
| R ₆ , R ₁₂ | 90 | 141 | 168 | 225 | 267 | ○ |
| 高知(1/100) | | | | | | |
| S 51.9.12 | 96 | 129 | 203 | 319 | 434 | |
| 確率年 | 1/20 | 1/20 | 1/30 | 1/100 | 1/200 | |
| R ₁ , R ₆ | 122 | 189 | 231 | 317 | 376 | |
| R ₃ , R ₁₂ | 129 | 200 | 244 | 336 | 409 | |
| R ₆ , R ₁₂ | 104 | 172 | 215 | 312 | 395 | ○ |
| 塩江(1/50) | | | | | | |
| S 54.9.30 | 83 | 139 | 176 | 240 | 254 | |
| 確率年 | 1/50 | 1/50 | 1/50 | 1/30 | 1/20 | |
| R ₁ , R ₆ | 84 | 137 | 177 | 267 | 345 | ○ |
| R ₃ , R ₁₂ | 75 | 132 | 168 | 248 | 304 | |
| R ₆ , R ₁₂ | 98 | 156 | 187 | 259 | 310 | |
| 宇和島(1/50) | | | | | | |
| S 47.7.23 | 53 | 80 | 107 | 157 | 196 | |
| 確率年 | 1/20 | 1/50 | 1/50 | 1/50 | 1/30 | |
| R ₁ , R ₆ | 59 | 91 | 112 | 159 | 196 | |
| R ₃ , R ₁₂ | 55 | 87 | 112 | 160 | 218 | |
| R ₆ , R ₁₂ | 50 | 77 | 104 | 168 | 218 | ○ |
| 日和佐(1/50) | | | | | | |
| S 41.8.16 | 92 | 151 | 178 | 225 | 281 | |
| 確率年 | 1/20 | 1/50 | 1/50 | 1/30 | 1/20 | |
| R ₁ , R ₆ | 109 | 163 | 190 | 244 | 278 | |
| R ₃ , R ₁₂ | 76 | 134 | 171 | 252 | 312 | ○ |
| R ₆ , R ₁₂ | 58 | 102 | 146 | 228 | 309 | |
| 本山(1/50) | | | | | | |
| S 58.9.28 | 102 | 157 | 184 | 227 | 290 | |
| 確率年 | 1/100 | 1/50 | 1/50 | 1/50 | 1/10 | |
| R ₁ , R ₆ | 95 | 141 | 170 | 222 | 256 | |
| R ₃ , R ₁₂ | 98 | 154 | 198 | 282 | 412 | ○ |

Table 7 降雨強度線型より考察 その1

| 算 定 法 | $\frac{I_1 - I_{12}}{11}$ | $\frac{I_2 - I_{12}}{10}$ | $\frac{I_3 - I_{12}}{9}$ | $\frac{I_6 - I_{12}}{6}$ | 適 合 度 |
|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|-------|
| 五名(1/20) | | | | | |
| S36.9.16 | 3.4 | 2.8 | 2.6 | ⊕1.0 | ○ |
| R ₁ , R ₆ | 3.5 | 2.6 | 2.4 | 1.8 | |
| R ₃ , R ₁₂ | 2.3 | 2.4 | 2.1 | 1.8 | |
| R ₆ , R ₁₂ | 2.5 | 2.2 | 2.2 | 1.7 | |
| 久万(1/20) | | | | | |
| S39.9.25 | ⊕2.0 | 1.4 | 1.1 | 0.7 | ○ |
| R ₁ , R ₆ | 2.6 | 2.2 | 1.8 | 1.3 | |
| R ₃ , R ₁₂ | 1.4 | 1.2 | 1.1 | 1.2 | |
| R ₆ , R ₁₂ | 2.6 | 1.6 | 1.0 | 0.7 | |
| 穴吹(1/20) | | | | | |
| S54.9.30 | ⊕3.4 | ⊕3.3 | ⊕3.0 | ⊕2.7 | ○ |
| R ₁ , R ₆ | 2.5 | 2.5 | 2.2 | 2.0 | |
| R ₃ , R ₁₂ | 2.9 | 2.3 | 2.0 | 1.5 | |
| R ₆ , R ₁₂ | 3.0 | 1.9 | 2.1 | 1.7 | |
| 佐川(1/100) | | | | | |
| S50.8.17 | 5.8 | 5.3 | 5.6 | 2.5 | ○ |
| R ₁ , R ₆ | 7.0 | 6.1 | 4.9 | 3.5 | |
| R ₃ , R ₁₂ | 4.3 | 3.9 | 4.0 | 3.0 | |
| R ₆ , R ₁₂ | 5.4 | 5.0 | 4.2 | 3.5 | |

た。

5-3 考 察

つぎに、降雨波形がもっとも現実的な表現で作製できる確率ハイトグラフの算定法と降雨特性との関係については、降雨特性の表現は、 $\frac{I_1 - I_{12}}{11} = A$, $\frac{I_6 - I_{12}}{6} = B$ とし、 A/B で表わすことにした。

この A/B ともっとも適合性のよい算定法については、四国地方の代表地点、すべて、Table 9 と Fig. 24 に示すことにした。

すなわち、Table 9、および、Fig. 24 をみると、もっとも現実の降雨波形に適合性のよい確率ハイトグラフの算定法と降雨特性 A/B の値との関係については、おおよそ、 $A/B > 3$ のときは、 R_3 と R_{12} を用いた方法、 $3 < \frac{A}{B} < 2$ のときは、 R_6 と R_{12} を用いた方法、 $A/B < 2$ のときは、 R_1 と R_6 を用いた方法を採用すると良き算定のできることを明らかにすることができた。

6 結 語

治水・利水施設計画に採用される計画ハイドログラフの解析においては、適正な確率ハイトグラフが不可欠となる。

しかるに、これらの算定法の研究については、現在、まだ、とり残されている感がする。

したがって、筆者は、この算定法について、近年、過去に発生した現実の降雨波形に、できるだけ近似となる算定法について研究し、その算定法については、 R_1 と R_6 を用いる方法と R_3 と R_{12} を用いる方法、さらに、 R_6 と R_{12} を用いる方法を提唱してきた。

そして、四国地方の各県において、代表地点を選び、調査、研究を行ってきた。

その結果、降雨波形をもっとも現実的な表現で作製できる確率ハイトグラフの算定法については、その地点の降雨特性との関係があることの知見を与えることができた。

すなわち、降雨特性を A/B で表わすと、おおよそ、 $A/B > 3$ のときは、 R_3 と R_{12} を用いた方法、 $3 > A/B > 2$ の

Table 8 降雨強度線型より考察 その2

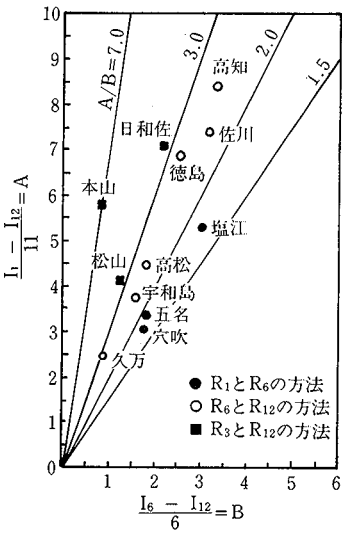
| 算 定 法 | $\frac{I_1 - I_{12}}{11}$ | $\frac{I_2 - I_{12}}{10}$ | $\frac{I_3 - I_{12}}{9}$ | $\frac{I_6 - I_{12}}{6}$ | 適 合 度 |
|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|-------|
| 高松(1/50) | | | | | |
| S 25.8.6 | 5.1 | 4.0 | 3.0 | 1.7 | |
| R ₁ , R ₆ | 4.6 | 3.3 | 2.6 | 1.7 | ○ |
| R ₃ , R ₁₂ | 4.5 | 3.2 | 2.6 | 1.7 | |
| R ₆ , R ₁₂ | 4.6 | 3.3 | 2.6 | 1.7 | ○ |
| 松山(1/100) | | | | | |
| S 54.6.27 | ⊕2.6 | ⊕2.2 | ⊕1.8 | ⊕1.3 | |
| R ₁ , R ₆ | 4.3 | 3.0 | 2.3 | 1.3 | |
| R ₃ , R ₁₂ | 4.3 | 3.1 | 2.3 | 1.5 | ○ |
| R ₆ , R ₁₂ | 2.5 | 1.9 | 1.7 | 1.2 | |
| 徳島(1/50) | | | | | |
| S 25.9.3 | 6.1 | 5.1 | ⊕4.6 | ⊕3.0 | |
| R ₁ , R ₆ | 7.2 | 5.4 | 4.1 | 2.7 | |
| R ₃ , R ₁₂ | 7.0 | 5.1 | 3.9 | 2.7 | |
| R ₆ , R ₁₂ | 6.2 | 5.0 | 3.8 | 2.7 | ○ |
| 高知(1/100) | | | | | |
| S 47.9.15 | 6.2 | 5.3 | 4.3 | 2.3 | |
| R ₁ , R ₆ | 8.3 | 6.4 | 5.1 | 3.7 | |
| R ₃ , R ₁₂ | 8.6 | 6.6 | 5.2 | 3.7 | |
| R ₆ , R ₁₂ | 6.4 | 5.3 | 4.3 | 3.2 | ○ |
| 塩江(1/50) | | | | | |
| S 54.9.30 | ⊕5.7 | ⊕5.0 | ⊕4.2 | 3.2 | |
| R ₁ , R ₆ | 5.0 | 4.0 | 3.3 | 2.7 | ○ |
| R ₃ , R ₁₂ | 4.6 | 4.1 | 3.4 | 2.7 | |
| R ₆ , R ₁₂ | 6.5 | 5.2 | 4.0 | 2.8 | |
| 宇和島(1/50) | | | | | |
| S 47.7.23 | 3.4 | ⊕2.4 | ⊕2.2 | ⊕1.7 | |
| R ₁ , R ₆ | 3.9 | 3.0 | 2.3 | 1.8 | |
| R ₃ , R ₁₂ | 3.4 | 2.6 | 2.1 | 1.5 | |
| R ₆ , R ₁₂ | 2.9 | 2.1 | 1.9 | 1.7 | ○ |
| 日和佐(1/50) | | | | | |
| S 41.8.16 | ⊕6.3 | ⊕5.3 | ⊕4.0 | ⊕2.5 | |
| R ₁ , R ₆ | 7.9 | 5.9 | 4.4 | 3.0 | |
| R ₃ , R ₁₂ | 4.6 | 4.1 | 3.4 | 2.7 | ○ |
| R ₆ , R ₁₂ | 2.9 | 2.5 | 2.6 | 2.0 | |
| 本山(1/50) | | | | | |
| S 58.9.28 | ⊕7.1 | ⊕5.5 | ⊕3.9 | ⊕2.3 | |
| R ₁ , R ₆ | 6.8 | 5.1 | 4.6 | 2.7 | |
| R ₃ , R ₁₂ | 5.8 | 4.3 | 3.6 | 2.2 | ○ |

ときは、R₆とR₁₂を用いた方法、A/B<2のときは、R₁とR₆を用いた方法を採用すると良き算定のできることを明らかにすることができた。

Table 9 四国代表地点の降雨特性と算定法との関係

| 地 点 | 確率年 | 降 雨 特 性 | | | 算 定 法 の 適 合 度 | | |
|-------|-----|----------------------------------|---------------------------------|---------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| | | $\frac{I_1 - I_{12}}{11}$ (A) | $\frac{I_6 - I_{12}}{6}$ (B) | $\frac{A}{B}$ | 降 雨 量 の 絶 対 値 | 降 雨 強 度 の 線 型 | 適 合 度 の 良 い も の |
| 高 松 | 50 | 4.5 | 1.7 | 2.7 | (R_3, R_{12}) (R_6, R_{12}) | (R_1, R_6) (R_6, R_{12}) | R_6, R_{12} |
| 松 山 | 100 | 4.1 | 1.2 | 3.4 | R_3, R_{12} | R_3, R_{12} | R_3, R_{12} |
| 徳 島 | 50 | 6.9 | 2.5 | 2.8 | (R_3, R_{12}) (R_6, R_{12}) | R_6, R_{12} | R_6, R_{12} |
| 高 知 | 100 | 8.4 | 3.3 | 2.6 | R_6, R_{12} | R_6, R_{12} | R_6, R_{12} |
| 塩 江 | 50 | 5.3 | 3.0 | 1.8 | R_1, R_6 | R_1, R_6 | R_1, R_6 |
| 宇 和 島 | 50 | 3.7 | 1.5 | 2.5 | R_6, R_{12} | R_6, R_{12} | R_6, R_{12} |
| 日 和 佐 | 50 | 7.1 | 2.2 | 3.2 | R_3, R_{12} | R_3, R_{12} | R_3, R_{12} |
| 本 山 | 50 | 5.8 | 0.8 | 7.3 | R_3, R_{12} | R_3, R_{12} | R_3, R_{12} |
| 五 名 | 20 | 3.3 | 1.7 | 1.9 | R_1, R_6 | R_1, R_6 | R_1, R_6 |
| 久 万 | 20 | 2.5 | 0.8 | 3.1 | R_6, R_{12} | R_6, R_{12} | R_6, R_{12} |
| 穴 吹 | 20 | 3.1 | 1.7 | 1.8 | R_1, R_6 | R_1, R_6 | R_1, R_6 |
| 佐 川 | 100 | 7.4 | 3.2 | 2.3 | R_6, R_{12} | R_6, R_{12} | R_6, R_{12} |

Fig. 24 四国代表地点の降雨特性と適合度の高い算定法の関係



参 考 文 献

(1) 金丸昭治・高棹琢馬：水文学，朝倉書店，pp. 24～30 (1975).

(2) 岩井重久・石黒政敏：応用水文統計学，森北出版，pp. 73～83，pp. 256～268 (1972).

(3) 亀田弘行・池渕周一・春名攻：新体系土木工学，2 確率・確率解析，技報堂，pp. 43～58 (1981).

(4) 田中礼次郎・角屋睦：降雨強度式に関する研究，農土論集，83，pp. 1～8 (1979).

(5) 鎌田萬：四国地方の中時間確率降雨強度式に関する研究，農土論集，109，pp. 37～43 (1984).

(6) 鎌田萬：四国地方の中時間確率ハイエトグラフ算定法に関する研究，香大農学報，37 (1)，pp. 31～39 (1985).

(7) 鎌田萬：四国地方の計画ハイエトグラフ算定法に関する研究，昭和59年科研報告(自然災1)，代表高知大学玉井佐一，pp. 1～19 (1985).

(8) 鎌田萬：四国地方の計画ハイエトグラフ算定法に関する研究(そのII)，昭和60年科研報告(自然災1)，代表高知大学近森邦英，pp. 4～19 (1986).

(1987年5月30日受理)