

松江地方の降雨特性について (1)

降雨の模擬発生

田中 礼次郎^{*}

Reijiro TANAKA

A Study on the Characteristic of Rainfall in Matue District (1) Generation of Rainfall Data

まえがき

降雨現象に内在する統計的諸法則を見出し水工計画に適用することによって実用上の諸問題を解決する有用な手段が提供される場合がしばしばある。その一例として本研究は松江地方気象台の39年間(1926~1967, うち3年欠測)の雨量記録より降雨分布を吟味してその季節的特性をつかみ、そのうちとくに降雨量の大きな夏期(6~9月)について農地の機械排水計画の基準雨量の対象となる日、2日および3日雨量系列の諸特性をしらべ、各雨量系列についてモンテカルロ手法を用いて図解法により降雨の模擬発生を試み、比較的短期間の雨量記録からその特性をもつ雨量系列を任意の期間について発生させる方法を示した。

1 松江日雨量系列の季節的特性

一般に山陰地方においては夏期は日雨量および連続無降雨日数が多く、冬期は逆に少なく、春秋期はその中間型が予想される。そこでまず各月ごとに日雨量の分布をしらべ分布の近似した月をまとめてその超過確率を図-1に示す。これからわかるように冬期(11~3月)、春秋期(4, 5, 10月)および夏期(6~9月)にはっきりと3別され、各期の雨量分布を母集団と考えそれぞれの期に属する各月の雨量分布をこの母集団よりの標本として χ^2 検定した結果は表-1のとおりでかなりよく適合している。連続降雨日数、連続無降雨日数分布は各月ごとには日雨量分布ほどはっきりしないが同じように3別してその分布を示すと図-2のようになり、日雨量分布と同じような特性を示しいずれも指数型分布にしたがうことがわかる。連続降雨日数分布は冬期が最も大きく日雨量分布における冬期が最も小さいことと相反するように見えるが、小降雨が冬期には連続するため山陰

^{*} 農業水工学研究室

冬期氣候の大きな特色といえよう。

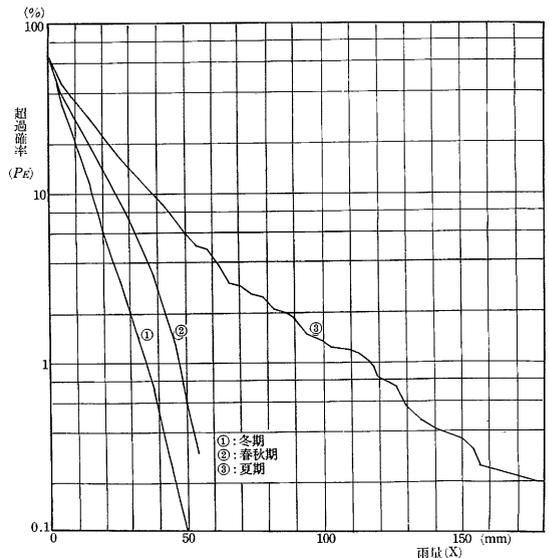


図-1 松江日雨量の超過確率

2 夏期(6~9月)の日、2日 および3日雨量分布

2.1 各雨量系列の確率分布関数

年間を前述のように3別したとき、農地の内水排除計画の規模を決定する基準雨量はほとんど夏期に含まれ対象地区の地形、面積および勾配などにより異なるが、一般に日、2日および3日雨量程度を検討すればよい場合が多い。そこで機械排水の対象雨量をそれぞれ30, 50, 50mm以上と仮定してこれらについて検討するため夏期について39年間の雨量記録から拾い出して片対数方眼紙にそれぞれの雨量に対応する超過確率をプロットすれば図-3に示すようにほぼ直線あるいはゆるい曲線状に配列する。

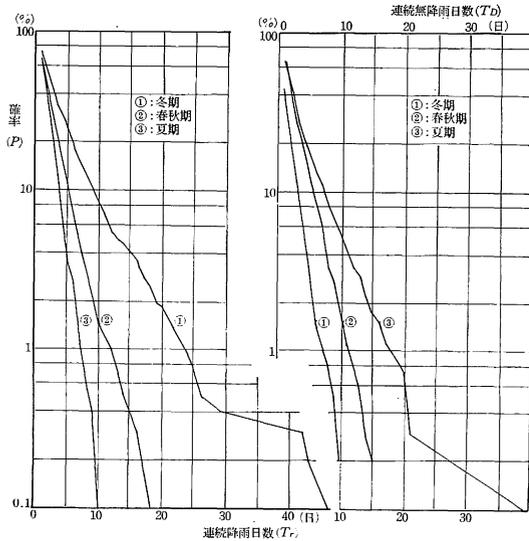


図-2 松江雨量系列における連続降雨、無降雨日数分布

このような分布には指数型分布が適合し、一般にその確率分布関数として(1)、(2)式が考えられる。

$$F_w(x) = 1 - \exp\{-a(x-w)\} \quad \dots\dots(1)$$

$$F_w(x) = 1 - \left(\frac{x+b}{w+b}\right)^{-k} \quad \dots\dots(2)$$

ここに a, k, w, b は常数である。(1)、(2)式の常数は(3)、(4)式によって推定できる。

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{a} &= s_x \\ w &= \bar{x} - s_x \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots(3)$$

$$\left. \begin{aligned} w &= w_{**} \\ k &= \frac{2s_x^2}{S_x^2 - (\bar{x} - w)^2} \\ b &= k(\bar{x} - w) \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots(4)$$

ここに s_x : 標本標準偏差, \bar{x} : 標本平均, w_{**} : 任意に定める特定値 (下限値)

(1)、(2)式より1年間に平均 t 回起こるような値を推定するには(5)式を満足する x の値を求めればよい。

$$1 - F_w(x) = \frac{t}{r} \quad \dots\dots(5)$$

ここに r : w_{**} 以上の値の平均年間生起回数
このような x の値は(6)、(7)式で求められる。

(1)式に対して

$$x = x_0 + 2.303 \left(\frac{1}{a}\right) \log T \quad \dots\dots(6)$$

(2)式に対して

$$\log(x+b) = \log(x_0+b) + \left(\frac{1}{k}\right) \log T \quad \dots\dots(7)$$

ここに x_0 : $t=1$ を満足する x の値, $T=1/t$

(1)~(7)式を観測値に適用すると次の(8)~(17)式をうる。

$$\text{日雨量} \quad 1 - F_w(x) = \left(\frac{x+540}{570}\right)^{-21.4} \quad \dots\dots(8)$$

$$\log(x+540) = 2.7972 - 0.0466 \log T \quad \dots\dots(9)$$

$$\text{2日雨量} \quad 1 - F_w(x) = \left(\frac{x+571}{621}\right)^{-15.4} \quad \dots\dots(10)$$

$$\log(x+571) = 2.8364 + 0.0649 \log T \quad \dots\dots(11)$$

$$\text{3日雨量} \quad 1 - F_w(x) = \exp\left(-\frac{x-55.2}{51.8}\right) \quad \dots\dots(12)$$

$$x = 130 + 119 \log T \quad \dots\dots(13)$$

また3日雨量中に含まれる日、2日雨量については、

$$\text{日雨量} \quad 1 - F_w(x) = \exp\left(-\frac{x-19.0}{35.8}\right) \quad \dots\dots(14)$$

$$x = 95.6 + 82.5 \log T \quad \dots\dots(15)$$

$$\text{2日雨量} \quad 1 - F_w(x) = \exp\left(-\frac{x-42.8}{49.5}\right) \quad \dots\dots(16)$$

$$x = 114.5 + 114 \log T \quad \dots\dots(17)$$

図-3の実線はそれぞれの x に対する $1 - F_w(x)$ を示し表-2に各リターンペリオド T に対する x の値を示す。これによるとたとえば10年に1度期待される値すなわち(9)、(11)、(13)、(15)、(17)式に対応する10年確率雨量はそれぞれ158, 226, 250, 178, 229mmである。

2.2 各雨量系列の年間生起度数

39年間の夏期の日雨量(30mm以上)、2日および3日雨量(50mm以上)の年間生起度数 T_f に対する年数 f を取り出して表-3を作ると、 f は T_f の中央値附近に多く正規分布に近い分布となるが、なるべく経験的分布関数に近づけるために近似曲線で表-3の値を処理すると図-4をうる。また f は整数単位の離散型分布であるから4捨5入で整数にした T_f に対応する累積相対度数 RF の範囲を図-4より求めると表-4のとおりで、相対度数 rf が表-3の年数 f に相当する。また各雨量に対する T_f の経年的な変化はランダムが予想されるが(18)式よ

表-1 各月の χ^2 検定

| 期別 | 項目 | | χ^2 |
|----|----|--------|----------|
| | 月 | 自由度(n) | |
| 冬 | 1 | 4 | 1.414 |
| | 2 | 4 | 4.363 |
| | 3 | 4 | 5.267 |
| | 11 | 4 | 3.174 |
| 期 | 12 | 4 | 1.884 |
| | 春 | 4 | 3.864 |
| 秋 | 5 | 4 | 6.362 |
| 期 | 10 | 4 | 0.531 |
| 夏 | 6 | 4 | 1.885 |
| | 7 | 5 | 5.882 |
| | 8 | 5 | 3.896 |
| 期 | 9 | 5 | 1.951 |

註 $n=4$, 有意水準5%の $\chi^2=9.488$
 $n=5$, 有意水準5%の $\chi^2=11.071$

り自己相関係数 r_k を求め(表-5) コレログラムに表わすと図-5のとおりであり微弱ながら4年周期が認められるが相関係数は小さくほとんど5%の有意水準を示す値の範囲内にあり無自己相関型であると見なすことができる。

$$r_k = \frac{1}{N-k} \sum_{i=1}^{N-k} (x_i x_{i+k} - \bar{x}_1 \bar{x}_2) / s_1 s_2$$

ここに $\bar{x}_1 = \sum_{i=1}^{N-k} x_i / (N-k)$,
 $x_2 = \sum_{i=k+1}^N x_i / (N-k)$ (18)
 $s_1^2 = \sum_{i=1}^{N-k} (x_i - \bar{x}_1)^2 / (N-k)$,
 $s_2^2 = \sum_{i=k+1}^N (x_i - \bar{x}_2)^2 / (N-k)$

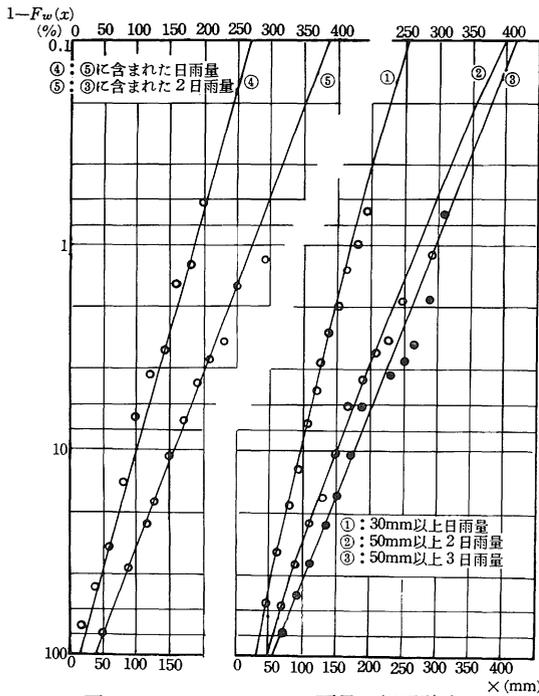


図-3 日, 2日, 3日雨量の超過確率

2. 3日, 2日および3日雨量の関係

3日雨量中の1日目, 2日目および3日目の雨量をそれぞれ x_1, x_2, x_3 とし

- $x_1, x_2, x_3 \geq 30\text{mm} : \bigcirc$
- $x_1, x_2, x_3 < 30\text{mm} : \times$
- $x_1 + x_2, x_2 + x_3 \geq 50\text{mm} : \bigcirc$
- $x_1 + x_2, x_2 + x_3 < 50\text{mm} : \times$

で表わしそれぞれの3日雨量中に占める割合をしらべると表-6のとおりで, 3日雨量中の2日雨量 $x_1 + x_2, x_2 + x_3$ のどちらかまたは両方が50mm以上である

表-2 各 T に対する雨量の値 (単位mm)

| T(年) | 2 | 5 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 100 | 150 | 200 | 300 | 400 | 500 |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| ①日雨量 | 107 | 136 | 158 | 181 | 195 | 205 | 210 | 237 | 252 | 262 | 278 | 289 | 295 |
| ②2日雨量 | 147 | 191 | 226 | 262 | 285 | 301 | 310 | 354 | 379 | 397 | 423 | 441 | 451 |
| ③3日雨量 | 166 | 214 | 250 | 285 | 306 | 321 | 333 | 369 | 390 | 405 | 426 | 442 | 452 |
| ④日雨量 | 120 | 153 | 178 | 203 | 218 | 228 | 233 | 261 | 275 | 285 | 300 | 310 | 316 |
| ⑤2日雨量 | 149 | 194 | 229 | 263 | 283 | 297 | 305 | 343 | 363 | 377 | 397 | 411 | 419 |

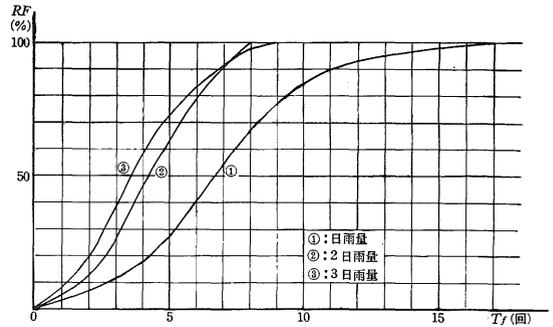


図-4 各雨量年間生起度数確率分布曲線

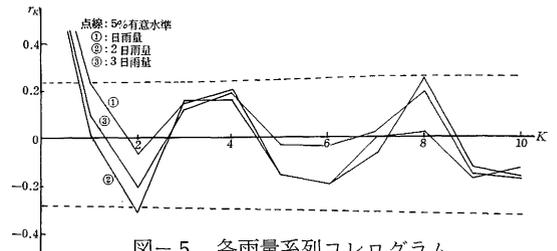


図-5 各雨量系列コレログラム

場合がそれぞれ約40%, 50%計90%で大部分を占める。また3日雨量中の2日雨量として, $x_1 + x_2, x_2 + x_3$ のどちらか大きい方を取り出すと表-8 のようになり $x_1 + x_2 > x_2 + x_3$ が65.1%を占め3日雨量の配分は最初の2日間で多く降る場合が多いことがわかる。2日雨量についても表-7よりおよその傾向が推定できる。

3 夏期の日, 2日および3日雨量系列の模擬発生

表-5 各雨量系列の自己相関係数

| 区分 | r_1 | r_2 | r_3 | r_4 | r_5 | r_6 | r_7 | r_8 | r_9 | r_{10} |
|------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|----------|
| 日雨量 | 0.238 | -0.069 | 0.150 | 0.208 | -0.157 | -0.194 | -0.01 | 0.022 | -0.179 | -0.129 |
| 2日雨量 | 0.023 | -0.313 | 0.158 | 0.164 | -0.160 | -0.197 | -0.069 | 0.254 | -0.121 | -0.168 |
| 3日雨量 | 0.098 | -0.206 | 0.123 | 0.192 | -0.030 | -0.035 | 0.025 | 0.197 | -0.155 | -0.175 |

2で明らかになった諸特性から任意の期間(60年間とする)の各雨量系列をモンテカルロ手法を用いて発生さ

表-3 夏期各雨量生起度数表

| 区分 T_f | 日雨量 | | | 2日雨量 | | | 3日雨量 | | |
|-------------|-----|-----|-------|------|-----|-------|------|-----|-------|
| | f | F | RF | f | F | RF | f | F | RF |
| | 1 | 1 | 1 | .026 | 2 | 2 | .051 | 3 | 3 |
| 2 | 2 | 3 | .077 | 3 | 5 | .128 | 3 | 6 | .154 |
| 3 | 0 | 3 | .077 | 8 | 13 | .333 | 9 | 15 | .385 |
| 4 | 3 | 6 | .154 | 5 | 18 | .462 | 8 | 23 | .590 |
| 5 | 3 | 9 | .231 | 9 | 27 | .692 | 8 | 31 | .795 |
| 6 | 7 | 16 | .410 | 4 | 31 | .795 | 1 | 32 | .821 |
| 7 | 5 | 21 | .539 | 4 | 35 | .897 | 5 | 37 | .949 |
| 8 | 5 | 26 | .667 | 4 | 39 | 1.000 | 1 | 38 | .974 |
| 9 | 3 | 29 | .744 | | | | 1 | 39 | 1.000 |
| 10 | 4 | 33 | .816 | | | | | | |
| 11 | 2 | 35 | .897 | | | | | | |
| 12 | 1 | 36 | .923 | | | | | | |
| 13 | 1 | 37 | .949 | | | | | | |
| 14 | 1 | 38 | .974 | | | | | | |
| 15 | 0 | 38 | .974 | | | | | | |
| 16 | 0 | 38 | .974 | | | | | | |
| 17 | 1 | 39 | 1.000 | | | | | | |
| 計 | 39 | | | 39 | | | 39 | | |

f :度数, F :累積度数, RF :累積相対度数, T_f :年間(6~9月)生起度数

表-4 T_r と RF の関係

| T_f | 日雨量 | | 2日雨量 | | 3日雨量 | |
|-------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| | RF (%) | rf (%) | RF (%) | rf (%) | RF (%) | rf (%) |
| | 0 | 0.0~ 1.5 | 1.5 | 0.0~ 2.5 | 2.5 | 0.0~ 3.5 |
| 1 | 1.5~ 4.5 | 3.0 | 2.5~ 8.5 | 6.0 | 3.5~ 13.5 | 10.0 |
| 2 | 4.5~ 8.5 | 4.0 | 8.5~ 18.5 | 10.0 | 13.5~ 28.5 | 15.0 |
| 3 | 8.5~ 14.5 | 6.0 | 18.5~ 36.5 | 18.0 | 28.5~ 49.5 | 21.0 |
| 4 | 14.5~ 22.5 | 8.0 | 36.5~ 55.0 | 18.5 | 49.5~ 66.0 | 16.5 |
| 5 | 22.5~ 34.0 | 11.5 | 55.0~ 71.5 | 16.5 | 66.0~ 77.0 | 11.0 |
| 6 | 34.0~ 47.5 | 13.5 | 71.5~ 84.5 | 13.0 | 77.0~ 86.5 | 9.5 |
| 7 | 47.5~ 60.5 | 13.0 | 84.5~ 95.0 | 10.5 | 86.5~ 94.5 | 8.0 |
| 8 | 60.5~ 72.0 | 11.5 | 95.0~ 100.0 | 5.0 | 94.5~ 99.0 | 4.5 |
| 9 | 72.0~ 81.0 | 9.0 | | | 99.0~ 100.0 | 1.0 |
| 10 | 81.0~ 87.0 | 6.0 | | | | |
| 11 | 87.0~ 91.0 | 4.0 | | | | |
| 12 | 91.0~ 93.5 | 2.5 | | | | |
| 13 | 93.5~ 95.5 | 2.0 | | | | |
| 14 | 95.5~ 97.0 | 1.5 | | | | |
| 15 | 97.0~ 98.5 | 1.5 | | | | |
| 16 | 98.5~ 99.5 | 1.0 | | | | |
| 17 | 99.5~ 100.0 | 0.5 | | | | |
| 計 | | 100.0 | | 100.0 | | 100.0 |

RF :累積相対度数, rf :相対度数

表-6 3日雨量に含まれる日雨量, 2日雨量の関係

| $x_1 + x_2$ | $x_2 + x_3$ | x_1 | x_2 | x_3 | f | rf % | F | RF % | 1,000P | 型 |
|-------------|-------------|-------|-------|-------|-----|--------|-----|--------|-----------|---|
| | | × | × | × | 8 | 4.8 | 166 | 100.0 | 1,000-953 | a |
| | | ○ | × | × | 3 | 1.8 | 158 | 95.2 | 952-935 | b |
| × | × | × | ○ | × | 2 | 1.2 | 155 | 93.4 | 934-923 | c |
| | | × | × | ○ | — | — | — | — | — | |
| | | ○ | × | ○ | 3 | 1.8 | 153 | 92.2 | 922-905 | d |
| | | × | × | × | 1 | 0.6 | 150 | 90.4 | 904-899 | e |
| | | ○ | × | × | 30 | 18.1 | 149 | 89.8 | 898-718 | f |
| ○ | × | × | ○ | × | 2 | 1.2 | 119 | 71.7 | 717-706 | g |
| | | × | × | ○ | — | — | — | — | — | |
| | | ○ | × | ○ | — | — | — | — | — | |
| | | ○ | ○ | × | 4 | 2.4 | 117 | 70.5 | 705-682 | h |
| | | × | × | × | 1 | 0.6 | 113 | 68.1 | 681-676 | i |
| | | ○ | × | × | — | — | — | — | — | |
| × | ○ | × | ○ | × | 5 | 3.0 | 112 | 67.5 | 675-646 | j |
| | | × | × | ○ | 19 | 11.4 | 107 | 64.5 | 645-532 | k |
| | | ○ | × | ○ | 1 | 0.6 | 88 | 53.1 | 531-526 | l |
| | | × | ○ | ○ | 1 | 0.6 | 87 | 52.5 | 525-520 | m |
| | | × | × | × | — | — | — | — | — | |
| | | ○ | × | × | — | — | — | — | — | |
| | | × | × | × | 26 | 15.7 | 86 | 51.9 | 519-363 | p |
| | | ○ | × | × | — | — | — | — | — | |
| | | × | × | ○ | 12 | 7.3 | 60 | 36.2 | 362-290 | q |
| ○ | ○ | ○ | ○ | × | 24 | 14.5 | 48 | 28.9 | 289-145 | r |
| | | × | ○ | ○ | 11 | 6.6 | 24 | 14.4 | 144-079 | s |
| | | ○ | ○ | ○ | 13 | 7.8 | 13 | 7.8 | 078-001 | t |
| 計 | | | | | 166 | 100.0 | | | | |

x_1 : 3日雨量中1日目雨量, f :度数, RF :累積相対度数
 x_2 : 3日雨量中2日目雨量, F :累積度数, P : PF に対応する乱数
 x_3 : 3日雨量中3日目雨量, rf :相対度数

表-8 3日雨量中に含まれた日雨量, 2日雨量の関係

| $x_i + x_{i+1}$ | x_i | x_{i+1} | $x_1 + x_2$ | | | |
|-----------------|-------|-----------|----------------|------|-------------|------|
| | | | $x_1 \geq x_2$ | rf | $x_1 < x_2$ | rf |
| < 50 | × | × | 6 | 3.6% | 1 | 0.6% |
| | ○ | × | 3 | 1.8 | | |
| | × | ○ | | | | |
| ≥ 50 | × | × | 1 | 0.6 | | |
| | ○ | × | 35 | 21.1 | | |
| | × | ○ | | | 27 | 16.3 |
| 計 | | | 65 | 39.1 | 43 | 26.0 |

| $x_2 \geq x_3$ | rf | $x_2 < x_3$ | rf | 計 | | | | |
|----------------|------|-------------|------|-----|-------|-------|-----------|----|
| | | | | f | rf | Rf | 1,000P | 型 |
| 2 | 1.2 | 2 | 1.2 | 11 | 6.6% | 100.0 | 1,000-935 | a' |
| | | | | 3 | 1.8 | 93.4 | 934-917 | b' |
| | | | | 2 | 1.2 | 91.6 | 916-905 | c' |
| 1 | 0.6 | | | 2 | 1.2 | 90.4 | 904-893 | d' |
| | | | | 16 | 9.7 | 89.2 | 892-585 | e' |
| 9 | 5.4 | 20 | 12.0 | 47 | 28.3 | 58.4 | 584-302 | f' |
| | | | | 6 | 3.6 | 30.1 | 301-001 | g' |
| 28 | 16.9 | 30 | 18.0 | 166 | 100.0 | | | |

表-7 2日雨量と日雨量の関係

| x_1 | x_2 | f | rf | F | RF | 1,000P | 型 |
|-------|-------|-----|----------|-----|----------|----------|---|
| × | × | 2 | % 1.1 | 181 | % 100 | 1000-990 | A |
| ○ | × | 71 | 39.2 | 179 | 98.9 | 989-598 | B |
| × | ○ | 57 | 31.5 | 108 | 59.7 | 597-283 | C |
| ○ | ○ | 51 | 28.2 | 51 | 28.2 | 282-001 | D |
| 計 | | 181 | 100.0 | | | | |

せる。

3.1 各雨量系列の年間生起度数の模擬発生

2.2 から年間生起度数 T_f は経年的に見てランダムな値を示すから (0~1) の一様乱数 P を使ってこれを図-4 の累積相対度数 RF と等しいとおき T_f を整数で読むために表-4 のとおりに約束しておけば、60年間を対象にすると60個の乱数 P に応じた T_f を整数で求めることができる。なお各雨量系列を別個に取り扱う場合は使用する乱数 P は同一である必要はないが、同一年次の生起度数 T_f について関連をもたせるときはともに同一乱数 P を使用する。各雨量系列ごとに任意の乱数 P を使用すると、同一年度でありながら日雨量の T_f が3日雨量の T_f よりも小さいという不合理が生ずる場合が考えられるからである。

3.2 各雨量系列の模擬発生

3.1 で求めた T_f の数だけ雨量を模擬発生することになる。すなわち各雨量の大きさは (8), (10), (12) 式の分布にしたがいながら、ランダムに現われるから、(0~1) の一様乱数 P を使ってこれを各式の超過確率

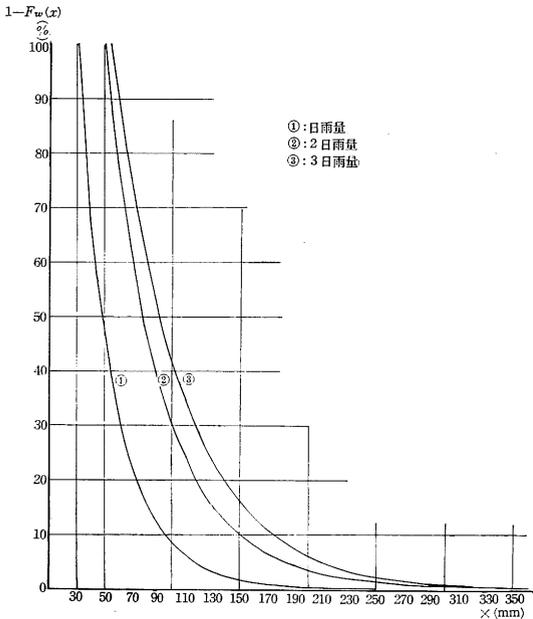


図-6 各雨量の超過確率

$1 - F_w(x)$ に等しい、すなわち

$$P \equiv 1 - F_w(x) = \int_x^{\infty} f(x) dx \quad \dots\dots\dots (19)$$

ここに $f(x)$: 確率密度関数

とみなし図-3より対応する雨量 x を求めることができる。この場合図-3は $1 - F_w(x)$ の値によっては読み取りにくいので普通方眼紙に書いた図-6を併用すると便利である。

3.3 3日雨量の日配分

模擬発生した3日雨量系列は3日単位の総雨量であるから排水計画の流出などに適用するには少なくとも日単位、多くの場合数時間単位の雨量に配分する必要がある。そこで3日雨量中の日、2日雨量の関係を示す表-6, 8の RF の値に対応させた乱数 P を(19)式の P に等しいものと約束しておけば、図-3の③, ④, ⑤から同一乱数 P に対するそれぞれの x の値を3.2と同じ方法で求めることができる。乱数 P によっては図-3より求められる x と表-6, 8で約束した条件が完全に一致しない部分があって多少の修正が必要であり、今後なお検討の余地を残しているが一応日配分雨量を推定する目安となる。たとえば(19)式に使用する乱数 $1,000P=180$ とすれば図-3より日, 2日, 3日雨量として80, 128, 144mmをうる。一方 $1,000P=180$ は表-6, 8より r 型, g' 型でこれより(20), (21)式をうる。

$$x_1 + x_2, x_2 + x_3 \geq 50, x_1, x_2 \geq 30, x_3 < 30 \quad \dots\dots\dots (20)$$

$$x_1 + x_2, x_2 + x_3 \geq 50, x_1, x_2 \geq 30 \quad \dots\dots\dots (21)$$

これらを満足するように x_1, x_2, x_3 をきめると、 $x_1=80mm, x_2=128-80=48mm, x_3=144-128=16mm$ となる。

3.4 日雨量の時間配分

豪雨を対象にした農地の機械排水計画においては流出単位時間は1~6時間の範囲では結果としてほとんど同じであるから、3.3で得られた日雨量を6時間単位の雨量に配分することになると、降雨のピーク時刻はランダムに現われるから、(0~1)の一様乱数 P を用いて次式で推定することができる。

$$\left. \begin{aligned} R_6 &= P_1 R_{24} \\ R_{12} &= P_2 (1 - P_1) R_{24} \\ R_{18} &= P_3 [1 - P_1 - P_2 (1 - P_1)] R_{24} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (22)$$

ここに R_{24} : 24時間雨量 (日雨量)

R_6 : 0~6時の雨量

R_{12} : 6~12時の雨量

R_{18} : 12~18時の雨量

3.5 各雨量系列の χ^2 検定

以上の方法により模擬発生した60年間の各雨量系列と観測雨量系列は図-7のごとくかなりよく対応してい

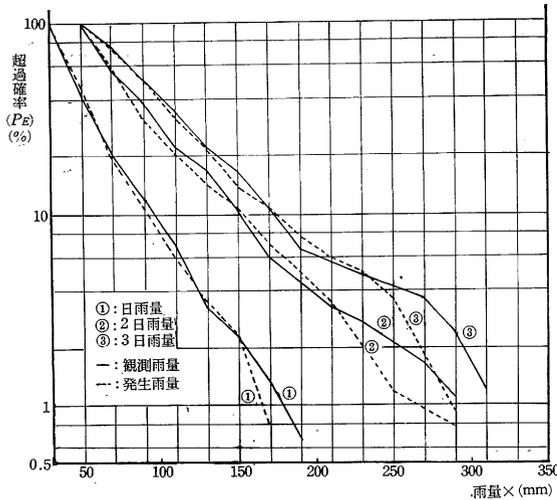


図-7 観測雨量と発生雨量の超過確率

表-9 発生雨量の χ^2 検定

| 項目 区分 | 自由度 (n) | χ^2 | 有意水準 5%の χ^2 |
|----------|---------|----------|----------------------|
| 日雨量 | 5 | 8.530 | 15.507 |
| 2日雨量 | 7 | 13.950 | 14.067 |
| 3日雨量 | 8 | 12.290 | 15.507 |

る。また χ^2 検定の結果は表-9のとおりでいずれも観測値からの標本とみなすことができる良好な適合を示している。ここで機械排水を想定し排水機の耐用年数20年を1期と考え、60年間の模擬発生した雨量系列を20年ごとに区切って χ^2 検定をすると乱数表の性質から各期

ごとに観測値と大分異なった結果も出ることが予想されるが、少なくとも3期分60年を取った本研究の場合全体として適合しているから満足すべき結果といえよう。

4 む す び

松江地方の日雨量の分布を吟味して冬期(11~3月)、春秋期(4, 5, 10月)、夏期(6~9月)に3別できることを明らかにした。そのうち降雨量の大きい夏期について日、2日、3日雨量系列の特性をしらべ、モンテカルロ法により各雨量系列の模擬発生を行ないほぼ満足すべき結果が得られた。2日、3日雨量の日配分の方法については分類のために使った乱数を雨量の大きさの判定に使用したことと問題がありその糸口を見つけた程度で今後さらに究明したい。

引用文献

- 堀川 明：ランダム変動の解析 1967, 共立出版, 東京 p.104~149
- 角屋 睦：水文統計論 1964, 土木学会水理委員会, 東京 p.1~8
- 宮武 修, 中山 隆：モンテカルロ法 1961, 日刊工業新聞社, 東京 p.67~80
- 森口繁一：初等数理統計学 1969, 培風館, 東京 p.158~168
- 小河原正己：応用統計学 1949, 克誠堂, 東京 p.7.01~7.07
- 田中礼次郎：第24回中国四国支部講演会講演要旨：39-40, 1969
- 高瀬信忠：土木学会論文集 43：38-42, 1957

Summary

From a statistical consideration, the distribution of daily rainfall in Matue district is classified into three periods, i. e. winter (Nov. -Mar.), spring and autumn (Apr., May., and Oct.), and summer (Jun. -Sept.).

Based on further investigation of the characteristics of rainfall data in one day, two days, and three days in summer above-mentioned, we generated of each rainfall data with Monte Carlo Method and obtained satisfactory results.

About distributing of rainfall in two or three days to daily depth of rainfall, we must leave it for a future study.