

官崎大学工学部 正員 川上謙太郎
官崎大学工学部 ○正員 石黒 政儀

本文は筆者等が数年来研究を続けて来た「日本降雨特性の水文学的検討」の一部をなす短時間強雨特性について論じ先きのオ7回日本工学会大会にて九州及び四国の一部を報告したが今回は日本主要都市（太平洋沿岸25都市）の確率降雨強度式のみを報告する。

短時間強雨特性の対象となるものは都市下水道雨水流量及び小区域排水工又は小河川の洪水流量等である。降雨強度式には大別してビエルクリ式と合理式の2種類があるが種々検討の末、降雨特性を最も良く表現できるものとして、合理式にすべてを統一し従来の至驥確率算定法を止め、超過確率算定法で各工事の重要度に應じて設計可能な筆者等の確率年別降雨強度算定法を用い、全国25都市のものを算出決定した。資料はすべて当該都市の気象台又は測候所の降雨記録及び自記紙上より求めた。以下算出法を略記する。

① 各年最大降雨量を各継続時間毎（5min～120min）に降雨記録及び自記紙上より選出する。

② 各継続時間毎に全記録を大きい順に列べ降雨強度（mm/hr）に換算、

③ 各継続時間毎の降雨の分布検定を行う。分布検定は正規分布と対数正規分布について行い、何れも縦軸は確率目盛で $w = \frac{2m-1}{2N}$

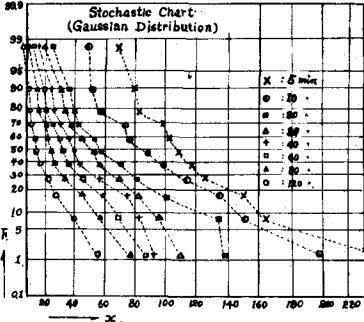


図-1. 分布検定（東京市の例）

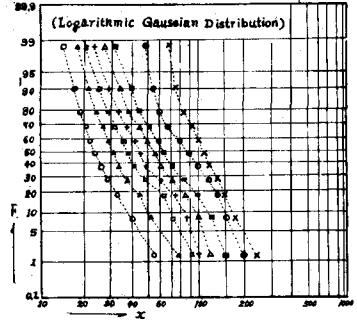


図-2. 分布検定（東京市の例）

$\times 100$ にて各資料を計算し両者を比較検定し分布を決定する。図-1、図-2 参照（東京市の例）

④ 正規又は対数正規の何れかの分布が決定すれば直ちに超過確率計算を初める。

⑤ 正規分布の場合は $w = \frac{1}{2} - \Phi(x)$ $\Phi(x) = \int_0^x \phi(x) dx$, $S = 1 - w = \frac{1}{2} + \Phi(x)$ (統計表より)にて算出

⑥ 対数正規分布の場合は $w = \frac{1}{2} \{1 - \Phi_0(\xi)\}$ $\xi = C \cdot \log \left\{ \frac{x+b}{x_0+b} \right\}$ の岩井式を用いるが下限値 x_0 は一般に不揃いとなり x_0 を生ずるので最初から $x_0 = 0$ として計算を進める。

⑦ ⑤⑥にて算出された各継続時間毎の確率値は図-3の如くなるから、此の値を才2資料として同一確率年値を5～120min毎に配列すると図-4を得る。此処で初めて式形の決定を行うが式形は種々比較して決める。

⑧ 式形は決定後に使用簡便なる物を選ぶが、合理式のタルボット型シヤーマン型を並び比較検討の末、本邦では $I = \frac{c}{a + \sqrt{x}}$ の両式型の中間即ち時間 t の平方根が最適であった。然し東京、水戸のみは $I = \frac{c}{a + t}$ のタルボット型であった。(次表参照)

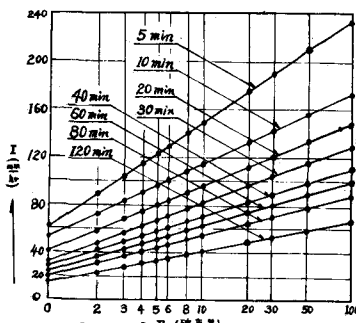


図-3. 継続時間別の確率値（名古屋市の例）

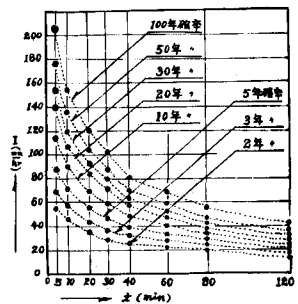


図-4. 継続時間別の確率値を確率年毎に配列する（名古屋市の例）

各都市確率降雨強度式

番号	都市名	3年確率	5年確率	10年確率	30年確率	50年確率	100年確率	記録年	統計年数
1	仙台市	$I_3 = \frac{280}{0.44+\sqrt{x}}$	$I_5 = \frac{345}{0.45+\sqrt{x}}$	$I_{10} = \frac{430}{0.46+\sqrt{x}}$	$I_{30} = \frac{560}{0.47+\sqrt{x}}$	$I_{50} = \frac{630}{0.47+\sqrt{x}}$	$I_{100} = \frac{720}{0.47+\sqrt{x}}$	1927~1956	30
2	水戸市	$I_3 = \frac{4170}{387+\sqrt{x}}$	$I_5 = \frac{4950}{405+\sqrt{x}}$	$I_{10} = \frac{6075}{437+\sqrt{x}}$	$I_{30} = \frac{770}{46.5+\sqrt{x}}$	$I_{50} = \frac{8360}{46.9+\sqrt{x}}$	$I_{100} = \frac{9400}{48.4+\sqrt{x}}$	1936~1956	21
3	東京都	$I_3 = \frac{4000}{28.0+\sqrt{x}}$	$I_5 = \frac{4770}{29.0+\sqrt{x}}$	$I_{10} = \frac{5730}{30.0+\sqrt{x}}$	$I_{30} = \frac{7150}{30.7+\sqrt{x}}$	$I_{50} = \frac{7800}{30.9+\sqrt{x}}$	$I_{100} = \frac{8680}{31.7+\sqrt{x}}$	1925~1956	32
4	横濱市	$I_3 = \frac{340}{0.68+\sqrt{x}}$	$I_5 = \frac{390}{0.72+\sqrt{x}}$	$I_{10} = \frac{455}{0.76+\sqrt{x}}$	$I_{30} = \frac{550}{0.81+\sqrt{x}}$	$I_{50} = \frac{600}{0.82+\sqrt{x}}$	$I_{100} = \frac{655}{0.84+\sqrt{x}}$	1926~1956	31
5	浜松市	$I_3 = \frac{380}{1.15+\sqrt{x}}$	$I_5 = \frac{460}{1.14+\sqrt{x}}$	$I_{10} = \frac{560}{1.13+\sqrt{x}}$	$I_{30} = \frac{715}{1.10+\sqrt{x}}$	$I_{50} = \frac{790}{1.09+\sqrt{x}}$	$I_{100} = \frac{890}{1.07+\sqrt{x}}$	1908~1956	49
6	名古屋	$I_3 = \frac{385}{1.29+\sqrt{x}}$	$I_5 = \frac{460}{1.35+\sqrt{x}}$	$I_{10} = \frac{550}{1.40+\sqrt{x}}$	$I_{30} = \frac{700}{1.45+\sqrt{x}}$	$I_{50} = \frac{770}{1.49+\sqrt{x}}$	$I_{100} = \frac{860}{1.49+\sqrt{x}}$	1898~1956	59
7	尾鷲市	$I_3 = \frac{860}{3.35+\sqrt{x}}$	$I_5 = \frac{1160}{5.09+\sqrt{x}}$	$I_{10} = \frac{1350}{5.12+\sqrt{x}}$	$I_{30} = \frac{1775}{6.01+\sqrt{x}}$	$I_{50} = \frac{1960}{6.39+\sqrt{x}}$	$I_{100} = \frac{2225}{6.87+\sqrt{x}}$	1937~1956	20
8	京都市	$I_3 = \frac{340}{0.71+\sqrt{x}}$	$I_5 = \frac{400}{0.77+\sqrt{x}}$	$I_{10} = \frac{470}{0.95+\sqrt{x}}$	$I_{30} = \frac{580}{1.09+\sqrt{x}}$	$I_{50} = \frac{630}{1.20+\sqrt{x}}$	$I_{100} = \frac{690}{1.21+\sqrt{x}}$	1916~1956	41
9	大阪市	$I_3 = \frac{280}{0.36+\sqrt{x}}$	$I_5 = \frac{340}{0.32+\sqrt{x}}$	$I_{10} = \frac{410}{0.27+\sqrt{x}}$	$I_{30} = \frac{515}{0.19+\sqrt{x}}$	$I_{50} = \frac{570}{0.17+\sqrt{x}}$	$I_{100} = \frac{640}{0.13+\sqrt{x}}$	1911~1955	45
10	神戸市	$I_3 = \frac{250}{0.22+\sqrt{x}}$	$I_5 = \frac{300}{0.22+\sqrt{x}}$	$I_{10} = \frac{360}{0.22+\sqrt{x}}$	$I_{30} = \frac{455}{0.23+\sqrt{x}}$	$I_{50} = \frac{500}{0.23+\sqrt{x}}$	$I_{100} = \frac{560}{0.23+\sqrt{x}}$	1903~1955	53
11	知歌山市	$I_3 = \frac{390}{2.36+\sqrt{x}}$	$I_5 = \frac{440}{1.71+\sqrt{x}}$	$I_{10} = \frac{500}{1.10+\sqrt{x}}$	$I_{30} = \frac{625}{0.68+\sqrt{x}}$	$I_{50} = \frac{640}{0.22+\sqrt{x}}$	$I_{100} = \frac{700}{0.05+\sqrt{x}}$	1916~1955	40
12	潮岬	$I_3 = \frac{420}{2.37+\sqrt{x}}$	$I_5 = \frac{520}{2.07+\sqrt{x}}$	$I_{10} = \frac{655}{1.83+\sqrt{x}}$	$I_{30} = \frac{860}{1.39+\sqrt{x}}$	$I_{50} = \frac{950}{1.23+\sqrt{x}}$	$I_{100} = \frac{1110}{1.12+\sqrt{x}}$	1913~1955	43
13	高松市	$I_3 = \frac{230}{0.29+\sqrt{x}}$	$I_5 = \frac{260}{0.04+\sqrt{x}}$	$I_{10} = \frac{300}{\sqrt{x}-0.20}$	$I_{30} = \frac{370}{\sqrt{x}-0.45}$	$I_{50} = \frac{400}{\sqrt{x}-0.53}$	$I_{100} = \frac{450}{\sqrt{x}-0.63}$	1911~1955	45
14	徳島市	$I_3 = \frac{365}{1.29+\sqrt{x}}$	$I_5 = \frac{430}{1.31+\sqrt{x}}$	$I_{10} = \frac{510}{1.33+\sqrt{x}}$	$I_{30} = \frac{640}{1.35+\sqrt{x}}$	$I_{50} = \frac{700}{1.35+\sqrt{x}}$	$I_{100} = \frac{770}{1.36+\sqrt{x}}$	1906~1955	50
15	松山市	$I_3 = \frac{245}{0.83+\sqrt{x}}$	$I_5 = \frac{280}{0.63+\sqrt{x}}$	$I_{10} = \frac{320}{0.43+\sqrt{x}}$	$I_{30} = \frac{380}{0.20+\sqrt{x}}$	$I_{50} = \frac{400}{0.11+\sqrt{x}}$	$I_{100} = \frac{445}{0.008+\sqrt{x}}$	1936~1954	19
16	高知市	$I_3 = \frac{580}{2.13+\sqrt{x}}$	$I_5 = \frac{670}{2.21+\sqrt{x}}$	$I_{10} = \frac{780}{2.32+\sqrt{x}}$	$I_{30} = \frac{950}{2.41+\sqrt{x}}$	$I_{50} = \frac{1020}{2.45+\sqrt{x}}$	$I_{100} = \frac{1125}{2.49+\sqrt{x}}$	1905~1954	50
17	広島市	$I_3 = \frac{255}{1.29+\sqrt{x}}$	$I_5 = \frac{300}{1.00+\sqrt{x}}$	$I_{10} = \frac{350}{0.73+\sqrt{x}}$	$I_{30} = \frac{435}{0.41+\sqrt{x}}$	$I_{50} = \frac{470}{0.20+\sqrt{x}}$	$I_{100} = \frac{530}{0.16+\sqrt{x}}$	1913~1955	43
18	福岡市	$I_3 = \frac{345}{0.97+\sqrt{x}}$	$I_5 = \frac{390}{0.76+\sqrt{x}}$	$I_{10} = \frac{450}{0.53+\sqrt{x}}$	$I_{30} = \frac{535}{0.25+\sqrt{x}}$	$I_{50} = \frac{575}{0.14+\sqrt{x}}$	$I_{100} = \frac{630}{0.01+\sqrt{x}}$	1926~1954	29
19	佐賀市	$I_3 = \frac{330}{0.32+\sqrt{x}}$	$I_5 = \frac{380}{0.11+\sqrt{x}}$	$I_{10} = \frac{435}{\sqrt{x}-0.075}$	$I_{30} = \frac{520}{\sqrt{x}-0.342}$	$I_{50} = \frac{565}{\sqrt{x}-0.421}$	$I_{100} = \frac{620}{\sqrt{x}-0.525}$	1922~1954	33
20	長崎市	$I_3 = \frac{430}{1.69+\sqrt{x}}$	$I_5 = \frac{490}{1.26+\sqrt{x}}$	$I_{10} = \frac{570}{0.91+\sqrt{x}}$	$I_{30} = \frac{700}{0.51+\sqrt{x}}$	$I_{50} = \frac{760}{0.38+\sqrt{x}}$	$I_{100} = \frac{840}{0.21+\sqrt{x}}$	1921~1954	34
21	熊本市	$I_3 = \frac{340}{0.66+\sqrt{x}}$	$I_5 = \frac{390}{0.40+\sqrt{x}}$	$I_{10} = \frac{450}{0.73+\sqrt{x}}$	$I_{30} = \frac{550}{0.76+\sqrt{x}}$	$I_{50} = \frac{600}{0.76+\sqrt{x}}$	$I_{100} = \frac{680}{0.90+\sqrt{x}}$	1928~1954	27
22	大分市	$I_3 = \frac{320}{1.26+\sqrt{x}}$	$I_5 = \frac{390}{1.17+\sqrt{x}}$	$I_{10} = \frac{490}{1.08+\sqrt{x}}$	$I_{30} = \frac{605}{0.79+\sqrt{x}}$	$I_{50} = \frac{705}{0.72+\sqrt{x}}$	$I_{100} = \frac{850}{0.84+\sqrt{x}}$	1887~1953	67
23	宮崎市	$I_3 = \frac{570}{2.10+\sqrt{x}}$	$I_5 = \frac{720}{2.66+\sqrt{x}}$	$I_{10} = \frac{955}{3.23+\sqrt{x}}$	$I_{30} = \frac{1345}{4.03+\sqrt{x}}$	$I_{50} = \frac{1535}{4.31+\sqrt{x}}$	$I_{100} = \frac{1815}{4.70+\sqrt{x}}$	1914~1952	39
24	鹿児島市	$I_3 = \frac{485}{3.13+\sqrt{x}}$	$I_5 = \frac{545}{3.16+\sqrt{x}}$	$I_{10} = \frac{630}{3.25+\sqrt{x}}$	$I_{30} = \frac{755}{3.37+\sqrt{x}}$	$I_{50} = \frac{810}{3.43+\sqrt{x}}$	$I_{100} = \frac{910}{3.62+\sqrt{x}}$	1916~1953	38
25	那覇市	$I_3 = \frac{225}{0.32+\sqrt{x}}$	$I_5 = \frac{500}{0.58+\sqrt{x}}$	$I_{10} = \frac{600}{0.87+\sqrt{x}}$	$I_{30} = \frac{690}{1.11+\sqrt{x}}$			1951~1956	6

以上の算出法に従つて、2~100年まで任意の確率降雨強度式が決定され、図-5、図-6にそれぞれ東京、神戸の例を示す。上表はそれぞれ各都市の算出式で記録年、統計年数を附記した。尚那覇市の物は資料が6年しか得られず統計的に長期確率は無理なので30年確率までにとどめた。都市下水道設計では30年確率以上は不用であらうが小河川洪水量算定に資す

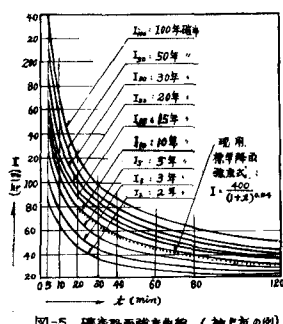


図-5. 確率降雨強度曲線 (神戸市の例)

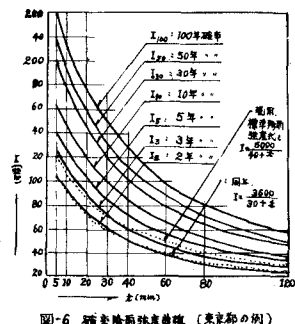


図-6. 確率降雨強度曲線 (東京市の例)

るために算出した。上表は確率年代表式で2~300年までの式が算出してある。資料蒐集その他に就て気象庁統計課長青藤氏に深謝し昭和31年度文部省科学研究費の補助を受けた。