

II - 101 総合降雨曲線とその数値について

宮崎大学工学部 正員 工博 石黒政儀

雨水流出量に最も影響を及ぼすものの一つは降雨特性であり、そのために降雨の強度、降雨継続時間、任意強度の発生頻度(確率)などを組み合わせて降雨強度式(曲線)を算出し都市下水道計画や各荘排水計画での雨水流出量を決定している。しかるに流出量に直接影響を及ぼすと考えられる降雨の特性としては、つぎの3に要約されよう。すなわち

(1) 降雨継続期間中における任意期間中の最大雨量(降雨強度)とその発生頻度

(2) 一連降雨中における最強部(ピーク)の発生位置

(3) 任意強度(期間)以前の降雨量すなわち先行降雨量

これら3項目すべてを含ませるものが総合降雨曲線であり、いわゆる降雨強度式は(1)のみを取り扱ったものである。本文は降雨強度曲線と総合降雨曲線との関係を明確にし後者は前者の数値から求める事を示し、さらに九州全域を代表する10地実での降雨資料解析の数値結果によつて降雨資料入手困難な地域でも総合降雨曲線の算定が容易である事を述べたものである。

図(1)は一連降雨の実例で、これから各 t の最強雨を累加し図(2)の R, I 曲線(式値)を求めている。この I 曲線式型として本邦全域で最もよく適するものは次式である

$$I = a / (\sqrt{x} \pm b) \quad \text{----- (1)} \quad \text{ここで } x \text{ は最強雨}$$

部分の継続時間(min), a, b は地方常数、各 t における I は $R = I \times (t/60)$ の関係があるから R は次式で示される

$$R = \{a / (\sqrt{x} \pm b)\} [t/60] \quad \text{----- (2)} \quad \text{図(2)での実線 } I \text{ と}$$

破線 i の関係から、ピークが最初にある降雨では図(3)の i 曲線下の全面積による R と I から求めた R とは等しくなければならない

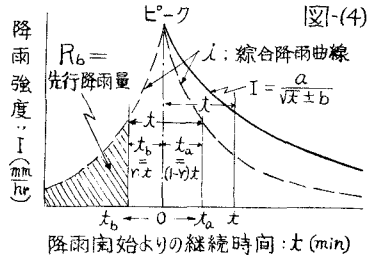
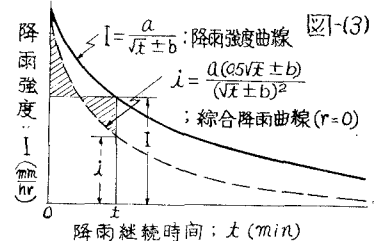
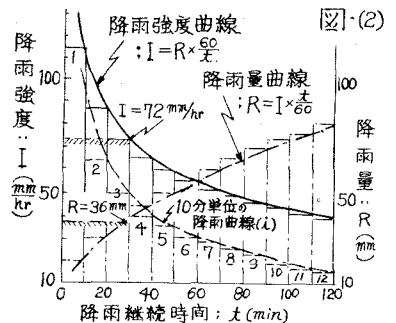
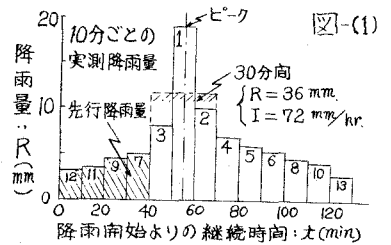
$$R = 1/60 \int_0^t i \, dt \quad \text{----- (3)}$$

式(3)を微分すれば $\frac{dR}{dt} = i/60$ ----- (4)

$$\text{式(2)から} \quad \frac{dR}{dt} = \frac{a}{60} \frac{[(1-0.5)x^{0.5} \pm b]}{[x^{0.5} \pm b]^2} \quad \text{----- (5)}$$

$$\text{式(4), (5)から} \quad i = \frac{a [0.5\sqrt{x} \pm b]}{[\sqrt{x} \pm b]^2} \quad \text{----- (6)}$$

式(6)は式(1)としてピークが最初にある場合の総合降雨曲線式である。つぎに降雨継続時間を t その始まりを0.終りを1.ピーク前の t を t_b , ピーク後を t_a とすれば図(4)より次式をうる $t_b = r \cdot t$, $t_a = (1-r)t$ ----- (7) この $t_b/t = r$ がピークの発生位置を示す。ゆえに式(7),



を式(6)に代入することにより次の一般式をうる

$$\text{ピーク前} : i_b = \frac{a[0.5\sqrt{(t_b/r)} \pm b]}{[\sqrt{(t_b/r)} \pm b]^2} \quad \text{---(8)}$$

$$\text{ピーク後} : i_a = \frac{a[0.5\sqrt{(t_a/(1-r))} \pm b]}{[\sqrt{(t_a/(1-r))} \pm b]^2} \quad \text{---(9)}$$

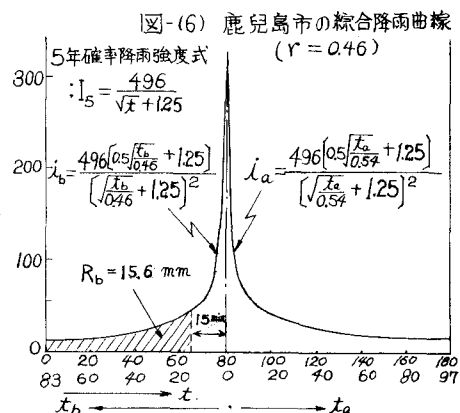
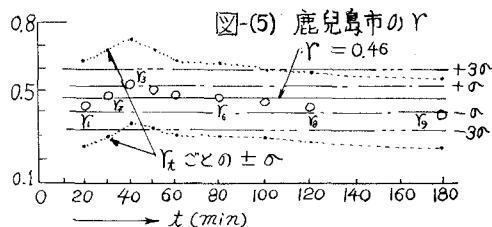
有効雨量と密接な関係をもつ先行降雨量 R_b はピーク前の時間 t_b を与へる事により直ちに式(8)から求めうる。以上の各式を用いて各地の r を求めれば式(1)の I から i を算出決定することができる。

r の値 鹿兒島市における過去51年間の一連降雨才1位より才51位までを抽出しそれらの毎10分間観測値を資料とし、各 t_i の平均 $\bar{t}_i$ を求めそれらの平均値として $r=0.46$ をえた、この r および r の資料値に対する ± 0 , ± 30 は図(5)のようである。この r 値より同市の I_5 を用いて i_5 曲線を求めたのが図(6)である。同様な方法で九州地方10地災の r を求めた結果が次表である、この結果は $r=0.42 \sim 0.54$ であるが $r=0.5$ の値はすべて各地の ± 0 以内である事が認められ、また $\bar{t}_i$ 値は t_i によつても相違があるので結局一般には $r=0.5$ としてもよい事がわかる。そこで $r=0.5$ の場合には

$$r=0.5 : i_{ab} = \frac{a[0.5\sqrt{2 \cdot t_{ab}} \pm b]}{[\sqrt{2 \cdot t_{ab}} \pm b]^2} \quad \text{---(10)}$$

式(8),(9)は同値で式(10)となる。式(10)の t_{ab} は t_a, t_b いずれにも用いるしピークに対し対称形となり i の計算は非常に簡略化される。図(7)は宮崎市の確率5, 10, 20, 50年降雨強度式から $r=0.5$ として式(11)で求めた結果を示したものである。一般に r 値の推定は降り初めより終りまでの連続記録が必要なので資料蒐集の突で難突を伴う、しかし上述のように $r=0.5$ とすれば I_n はすでに筆者が本邦全域について算出提示しているので、これを用い各地の i_n は容易に求めることができよう。もちろん資料がえらるれば各地の r を求めるのが最良の方法である事は言うまでもない。またこの方法は日雨量のような長時間継続の降雨に対しても同様に適用でき目下資料を集め検討中である、 r の算出過程や R_b の値などについては講演時に詳述する予定である。

参考文献 1) Tholin, Keifer; proc ASCE, Vol. 85, SA2 1959. 2) ASCE Manual; No. 37, 1960. 3) 石黒; 土木学会第16回講演会, 土木学会論文集 74号, 水道協会誌; 才313, 320, 323号.



地名	宮崎	大分	福岡	佐賀	長崎	熊本	鹿兒島	鹿児島		
資料年数	1928 ~54 (36)	1907 ~54 (48)	1909 ~54 (46)	1933 ~54 (22)	1921 ~54 (34)	1904 ~54 (51)	1934 ~54 (21)	1927 ~54 (28)	1902 ~54 (51)	1938 ~54 (17)
r	0.48	0.54	0.51	0.47	0.46	0.54	0.42	0.46	0.46	0.51
10分間10mm以上 (降雨数)	(80)	(39)	(75)	(62)	(70)	(103)	(36)	(55)	(78)	(98)
r	0.53	0.54	0.51	0.45	0.46	0.51	0.43	0.48	0.45	0.51

