

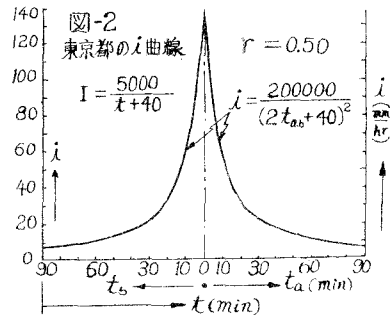
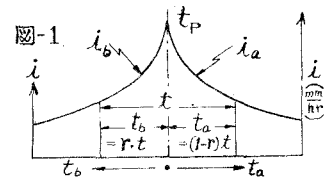
1. 概説 都市下水道計画における雨水流出量算定や河川洪水量算定において基本的に考慮すべきものとして降雨特性があり計画降雨強度をどのように採るか問題となる。降雨強度に関しては流出算定の主流であつた合理法への適用を主目的として研究論議がなされて来たと言える。すなわち雨水の流達時間や洪水の到達時間に等しい継続時間中の最大降雨量(強度)を発生頻度と組み合わせる降雨強度式を求め実際の計画設計に利用せんとするものである。しかるに近年、水文学の研究発展によつて既往の流出量算定法がもつ欠陥や不備、不足の点が指摘解明され新しい水文学的、水理学的な解析法が提唱、実用化されつゝある。河川流出量の問題でもそのおであるが下水道計画においても強雨時の下水稀釈、雨水放流量、雨水沈澱池または滞水池などの計画設計における雨量の時間的变化すなわちハイドログラフを得ることが要求されるようになって来た。しかるに既往の諸法ではピーク流量算定に重点がおかれハイドログラフを求めるには甚だ合理性に欠けている。また河川洪水流量や各種排水計画においても計画降雨の満足すべき採用法が問題として残されている。このような新しい諸問題に対する水文学的観点から従来の降雨強度式を改善し、これに降雨強度の時間的変化をも取り入れて降雨現象をより正しく表現する方法にハイエトグラフがある。これに関して筆者は先きの才18回講演会にて「総合降雨曲線とその数値」<sup>1)</sup>と題して従来の降雨強度式との関連性および、その誘導法、短時間降雨のピーク発生位置が降雨継続時間の中央にあることを明らかにしたが、これらを解明することは降雨特性の表現および流出量算定法をより合理的ならしめ、かつハイドログラフをも求める一つの鍵であると考え、本文では前報に引き続きハイエトグラフの特性を明確化するために降雨強度式に対応する3基本式と任意継続時間中の雨量算定式を提示し日雨量を単位として取り扱う場合の算定法についても提唱論議する。

2. ハイエトグラフの3基本式 前記提示した降雨強度曲線:  $I_x$  と総合降雨曲線:  $i$  から求めた降雨量:  $R_t$  とは等しいと云う理論式  $R_t = I_x \times \frac{t}{60}$ ;  $R_t = \int_0^t i dt$  を用いて降雨強度式:  $I$  の3基本式型<sup>2)</sup>に対する  $i$  曲線は次表となる。No. ②式型の

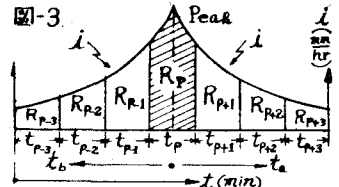
現用東京都降雨強度式:  $I = 5000 / (t + 40)$  を  $r = 0.5$  とし

No.	降雨強度式型: $I$	ハイエトグラフ式(ピーク前): $i_a$	ハイエトグラフ式(ピーク後): $i_b$	$r=0.5 \cdot i_{ae}$
①	$\frac{a}{\sqrt{x \pm b}}$	$\frac{a[0.5\sqrt{(t_e/r) \pm b}]}{[\sqrt{(t_e/r) \pm b}]^2}$	$\frac{a[0.5\sqrt{(t_e/(1-r)) \pm b}]}{[\sqrt{(t_e/(1-r)) \pm b}]^2}$	$\frac{a[0.5\sqrt{2t_{ae} \pm b}]}{[\sqrt{2t_{ae} \pm b}]^2}$
②	$\frac{a}{t \pm b}$	$\frac{a \cdot b}{[(t_e/r) \pm b]^2}$	$\frac{a \cdot b}{[(t_e/(1-r)) \pm b]^2}$	$\frac{a \cdot b}{[2 \cdot t_{ae} \pm b]^2}$
③	$\frac{a}{t^n}$	$\frac{a(1-r)}{(t_e)^n/r}$	$\frac{a(1-r)}{(t_e)^n/(1-r)}$	$\frac{a(1-r)}{2 \cdot t_{ae}^n}$

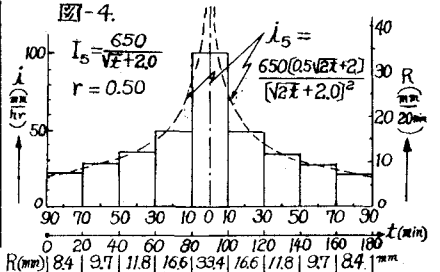
て  $i$  曲線を求めたのが図2で降り初めよりの  $t$  は180分としてある。上表から各地の  $I, i$  は容易に求められる。



3. 任意継続時間の降雨量 I 曲線は任意継続時間中の降雨強度(mm/hr)を与えるが i 曲線は任意時刻の強度(mm/hr)を与えるから得られた任意時刻の i を 1/60 倍すればその時刻の 1 分間雨量が求まる、故に任意継続時間中の降雨量はそれらを加算すればよい。また r = 0.5 の場合はピーク中心の対称形で、かつ I から求めた t 継続時間中の R<sub>t</sub> と i から求めた R<sub>t</sub> とが等しいことからピークを中心に等分割した R<sub>t</sub> は図-3 の関係から次表のように降雨強度式型に応じて求められる。この単位時間分割雨量は単位函法特性曲線法などの流出量算定法に直接利用できる。図-4 は宮



No.	式型: I	ピーク部雨量: R <sub>p</sub>	任意継続時間中の降雨量: R <sub>p-n</sub> = R <sub>p+n</sub>
①	$\frac{a}{\sqrt{t} \pm b}$	$\frac{t_p \cdot a}{60(\sqrt{t_p} \pm b)}$	$\frac{1}{2} \left\{ \frac{(2n+1)t_p \cdot a}{60(\sqrt{(2n+1)t_p} \pm b)} \right\} - \{R_p + \sum R_{p \pm (n-i)}\}$
②	$\frac{a}{t + b}$	$\frac{t_p \cdot a}{60(t_p + b)}$	$\frac{1}{2} \left\{ \frac{(2n+1)t_p \cdot a}{60((2n+1)t_p + b)} \right\} - \{R_p + \sum R_{p \pm (n-i)}\}$
③	$\frac{a}{t^n}$	$\frac{t_p \cdot a}{60(t_p^n)}$	$\frac{1}{2} \left\{ \frac{(2n+1)t_p \cdot a}{60(2n+1)(t_p)^n} \right\} - \{R_p + \sum R_{p \pm (n-i)}\}$



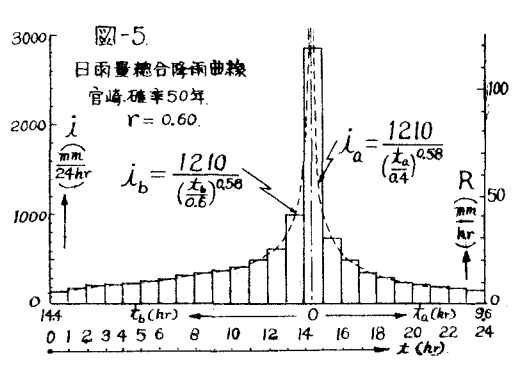
崎市確率5年の i を t<sub>p</sub> = 20 min で等分割した例である。

4. 日雨量を基準とした場合の算定法 排水面積が広く長時間の降雨特性を考慮せねばならぬ場合、日雨量から任意継続時間の降雨強度を求めるには種々の方法があるが、この問題も前述2,3と同様に I → i 曲線として取り扱えばハイトグラフが合理的に求まる。すなわち各継続時間 t(hr) の雨量 R<sub>t</sub> と日雨量強度 I<sub>t</sub> (mm/24hr) に換算して考えれば日雨量単位降雨強度式 I<sup>24</sup> が得られ結局 i<sup>24</sup> の総合降雨曲線が求まる。特に日雨量: R<sup>24</sup> と 1 時間雨量: R<sup>1</sup> の実測値は最も容易に気象官署で入手できるので両者の確率年値を計算し I<sub>w</sub><sup>24</sup> = R<sub>w</sub><sup>24</sup> / β<sub>w</sub><sup>24</sup> とし特性係数法で前掲2.の基本式から i<sub>w</sub><sup>24</sup> を決定できる。この場合ピークの発生位置が向題となるので r 値について九州山口地方 16 地点の 636 降雨 (1 時間 20 mm 以上の 24 時間連続一連降雨) を解析した結果次表を得た。前掲報告の短時間降雨よりも r 値が少し大きくピークが後方で

地名	屋久島	鹿児島	阿久根	油津	都城	宮崎	人吉	熊本	阿蘇	大分	長崎	豊原	福岡	下関	防府	萩
統計年	1938	1902	1941	1949	1942	1924	1943	1891	1939	1911	1919	1904	1914	1908	1947	1950
発生しているが資料なし	~5%	~5%	~5%	~5%	~5%	~5%	~5%	~5%	~5%	~5%	~5%	~5%	~5%	~5%	~5%	~5%
r	0.53	0.56	0.56	0.53	0.54	0.59	0.60	0.53	0.51	0.48	0.54	0.56	0.50	0.49	0.55	0.49

き場合は r = 0.5 としてよいであろう。図-5 は日, 時雨量のみ与えられ特性係数法を用い Sherman

type として日雨量の 1 時間ごと雨量を求めた実例で、これは R<sub>50</sub><sup>24</sup> = 450 mm, R<sub>50</sub><sup>1</sup> = 120 mm, I<sub>50</sub><sup>1</sup> = 2880 mm/24hr, β<sub>50</sub><sup>1</sup> = 6.4, ∴ β<sub>50</sub><sup>24</sup> = 6.4 / 24 = 0.267, ∴ I<sub>50</sub><sup>24</sup> = R<sub>50</sub><sup>24</sup> / β<sub>50</sub><sup>24</sup> = 2880 / 0.267 = 10786 mm/24hr



参考文献: 1) 石黒: 土木学会会誌 10 周年記念講演会概要集 2) 石黒: 水道協会誌 才 313 号, 3) 物部水理学 岩波書店, 4) 川上謙太郎: 土木学会論文集 才 79 号, 5) 石黒: 土木学会論文集, 74 号, 水道協会誌 才 323 号。