最 大 流 量 推 算 式 の 検 討

准員　山口伊佐夫*

要旨　防砂ダムの放水路算定のための最大流量推算式についてそのうち最も多く使われている流域面積に最大時雨量を乗じそれを砂単位の流量に換算して流出係数を乗ずる方法の検討を行つた。まづこの数式の有する性格について考察を加え特に流域面積に乗ずる雨量の値として最大時雨量採用の可否の問題を検討した。その結果最大時雨量の採用は流域面積の形状及び降雨強度の変化状態の総べての場合に可能ではなく，かつ最大平均雨量強度を求める時間区分は流域面積の形状を表現する各種因子と降雨継続時間によつて決定されるとの結論に達した。

1. 緒　　言

砂防ダムは特に石礫生産地帯の上流水源地に設置されるから比較的対象とする流域面積は小さい。従つて流域の最遠地点からダム設置地点まで雨水が流達する時間より降雨継続時間が長いとみてさしつかえない。

従つてこの式より求めた放水路の横断面ひいては河断面の決定は多少危険をともなう事も想像が可能である。

以上のような点からまづ最大時雨量の採用について検討を加えその可否を論じ順次その応用性及び実際上の例について考察を加えてゆくつもりである。

本論文に対して全般的な御指導を仰いだ東京大学農学部荻原教授に対し衷心より感謝の意を表する。

2. 最大流量推算式

最大流量推算式をあげると次のようである。

$$Q_{\max}=fAh\times 60^{-2}\quad \mathrm{m^3/sec} \quad\cdots\cdots(1)$$

f；流出係数　A；集水面積（$\mathrm{m^2}$）　h；最大時雨量（m）

この式は次のような意味を含むと解釈してさしつかえない。すなわちその流域に最大時雨量に匹適する雨量強度の雨が流域の最遠地点より考慮中のダム設置点まで流達するに要する時間より長く降り続くとの仮定のもとに成立している。

いま流域内の雨水が単位時間に流下する平均面積素を a_0 とし流下時間を T_a（水系の長さを L とし雨水が単位時間に l だけ流下するとすれば $T_a=L/l$）とすれば $A=a_0T_a$ で表現できる。最大時雨量は h であるから $h\times 60^{-2}$ はその最大時雨量に相当する平均雨量強度である。

すなわち $h\times 60^{-2}$ の雨量強度で降雨始めから降雨終了まで降り続いたとして最初の t_1 時における流量 Q_1 を計算すれば

$$Q_1=fa_0h\times 60^{-2}$$

次に $2t_1$ 時における流量 Q_2 は

$$Q_2=fa_0h\times 60^{-2}+fa_0h\times 60^{-2}$$

従つて T_a 時の流量 Q_{T_a} は

$$Q_{T_a}=\sum_0^{T_a} fa_0h\times 60^{-2}=fa_0T_ah\times 60^{-2}=fAh\times 60^{-2}$$

となり（1）式と一致する。

すなわち前述のような説明のもとに流量 Q は次第に増加し $t=T_a$ の時 $Q_{\max}=fAh\times 60^{-2}$ となり降雨がやめば再び減少して0にもどる。

3. 最大流量推算式から得られた値と理論最大流量との関係

(a) 理　論

集水面積内の等流達時間面積素の流達時間に対応する時間的変化及び雨量強度の時間的変化を $f(t)$ 及び $\psi(t)$ で表わし得るとすれば

$$a=f(t)\quad\cdots\cdots(2)$$

$$r=\psi(t)\quad\cdots\cdots(3)$$

a；流達時間ごとの等流達面積素　r；雨量強度

(2) 式よりその集水面積は

$$A=\int_0^{T_a} f(t)\,dt$$

A；集水面積

---

* 東京大学農学部大学院特別研究生

また最大雨量強度 $r_{\max}$ が降雨開始後 t_m 時間後に起るとすれば (3) 式より

$$r_{\max}=\psi(t_m)$$

最大時雨量を h とすれば

$$h=\int_{t_m-\frac{H}{2}}^{t_m+\frac{H}{2}}\psi(t)\,dt$$

H; 1時間に相当する時間の数値

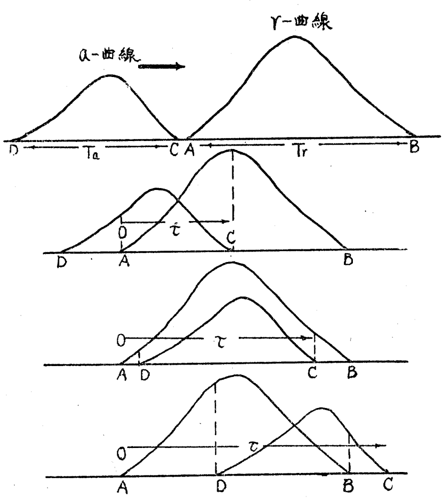
これらを (1) 式に代入すれば

$$Q_{\max}=\frac{f}{H}\int_0^{T_a}f(t)\,dt\int_{t_m-\frac{H}{2}}^{t_m+\frac{H}{2}}\psi(t)\,dt \quad\cdots\cdots(4)$$

次に最大流量の理論値を求めてみる。

いま[3)4)]降雨始めを A 終りを B とする雨量強度曲線 (r 曲線) と流域の原点を C 最遠地点を D とする雨水流達時間面積素曲線 (a 曲線) を矢印の方向に移動せしめる場合を考えれば A と C が重なつた時刻が出水始めで次第に a 曲線と r 曲線が重なりを増し D が B と重なつた時刻が出水終りとみなされる。その間において τ 時刻の流量は重なつた部分の各時刻の両者の積を τ 時まで集計することによつて求められる。

図—1



$T_a>T_r$

$$0\leqq\tau\leqq T_r \quad Q_{\tau_1}=f\int_0^{\tau}f(t-\alpha)\psi(t)\,dt \quad\cdots\cdots(5)$$

$$T_a\geqq\tau\geqq T_r \quad Q_{\tau_2}=f\int_0^{T_r}f(t-\alpha)\psi(t)\,dt \quad\cdots\cdots(6)$$

$$T_a+T_r\geqq\tau\geqq T_a \quad Q_{\tau_3}=f\int_{\tau-T_a}^{T_r}f(t-\alpha)\psi(t)\,dt \quad\cdots\cdots(7)$$

また $T_a<T_r$ の場合

$$0\leqq\tau\leqq T_a \quad Q_{\tau_1'}=Q_{\tau_1}$$

$$T_r\geqq\tau\geqq T_a \quad Q_{\tau_2'}=f\int_{\tau-T_a}^{\tau}f(t-\alpha)\psi(t)\,dt \quad\cdots\cdots(8)$$

$$T_a+T_r\geqq\tau\geqq T_r \quad Q_{\tau_3'}=Q_{\tau_3}$$

ただし a 曲線は図—1においてみるように座標変換の必要があり α, ($\alpha=\tau-T_a$) だけ座標変換を行つてある。この内 $Q_{\max}$ の生ずる式は特別な場合を除いて $T_a>T_r$ の場合は (6) 式で $T_a<T_r$ の場合は (8) 式においてが最も可能性が大きい。

いま (6) 式において　$Q_{\tau_2}=f\Phi(\tau)$ $\cdots\cdots(6')$

(8) 式において　$Q_{\tau_2'}=fX(\tau)$ $\cdots\cdots(8')$

の函数式が得られたとして

$$Q_{\tau_2\max}=f\Phi(\tau_m) \quad\cdots\cdots(9)$$

$$Q_{\tau_2'\max}=fX(\tau_m') \quad\cdots\cdots(10)$$

τ_m, τ_m'; 最大流量の現われる時刻

とすれば (4) 式の最大流量推算式より得られた $Q_{\max}$ は (9) 式の $Q_{\tau_2\max}$ あるいは (10) 式の $Q_{\tau_2'\max}$ に等しいか大きくなければならないという条件が必要である。

すなわち $T_r<T_a$ の場合

$$\frac{f}{H}\int_0^{T_a}f(t)\,dt\int_{t_m-\frac{H}{2}}^{t_m+\frac{H}{2}}\psi(t)\,dt\geqq f\Phi(\tau_m) \quad\cdots\cdots(11)$$

また $T_r>T_a$ の場合

$$\frac{f}{H}\int_0^{T_a}f(t)\,dt\int_{t_m-\frac{H}{2}}^{t_m+\frac{H}{2}}\psi(t)\,dt\geqq fX(\tau_m') \quad\cdots\cdots(12)$$

でなければならない。なおこれは (1) 式の h を最大時雨量と限定せず一層短時間の最大 30 分雨量 または 最大

10 分雨量とするかあるいは逆に一層長時間内の最大日雨量とした場合すなわち H を1時間と限定せず変数として考え (11) 式あるいは (12) 式を満足し得るような H を決定すれば可能である。結局最大時雨量にするか最大 10 分雨量にするかは (11) 式あるいは (12) 式を満足するか否かよつて決定されてくるわけである。

(b) 式の誘導

(i) 最大流量推算式の誘導

いま各面積素の時間変化及び雨量強度の時間的変化をフーリェー級数で表現すれば

$$a=a_0+a_1\cos k_a t+b_1\sin k_a t \quad \cdots\cdots (13)$$

$$r=c_0+c_1\cos k_r t+d_1\sin k_r t \quad \cdots\cdots (14)$$

ただし，$k_a=2\pi/T_a \quad k_r=2\pi/T_r$

T_a; 流域最遠地からの流達時間

T_r; 降雨継続時間

(13), (14) 式はフーリェー級数第4項以下は省略してある。この (13), (14) 式より (1) 式に準ずる最大流量推算式を誘導してみる。

まづ (14) 式より最大雨量強度の現われる時刻を算定すると，

$$r=c_0+C_r\cos(k_r t-\varphi_r) \quad \cdots\cdots (15)$$

とおけば $c_1=C_r\cos\varphi_r \qquad d_1=C_r\sin\varphi_r$

$$C_r=(c_1{}^2+d_1{}^2)^{1/2} \qquad \varphi_r=\tan^{-1}\frac{d_1}{c_1}$$

この場合 $\dfrac{dr}{dt}=0 \ \dfrac{d^2r}{dt^2}<0$ の条件を満足する t_m は最大雨量強度の現われる時刻であり $\dfrac{dr}{dt}=0 \ \dfrac{d^2r}{dt^2}>0$ の条件を満足する t_{mi} は最小雨量強度の現われる時刻とみなす事ができる。すなわち (15) 式について検討を加えると第1表のような結果が得られる。第1表から $c_1 d_1$ 共に正なる場合について考えると，$t=\varphi_r k_r{}^{-1}$ において $r_{\max}$ が現われる。この場合の最大平均雨量強度を求める時間区分を $2x$ とすれば

表—1

c_1	d_1	$t=\varphi_r k_r{}^{-1}$	$t=(\pi+\varphi_r)k_r{}^{-1}$
+	+	max	min
−	−	min	max

c_1	d_1	$t=(2\pi-\varphi_r)k_r{}^{-1}$	$t=(\pi-\varphi_r)k_r{}^{-1}$
−	+	min	max
+	−	max	min

$$\bar{r}_{\max}=\frac{1}{2x}\int_{\frac{\varphi_r}{k_r}-x}^{\frac{\varphi_r}{k_r}+x} r\,dt$$

$$=\frac{1}{2x}\int_{\frac{\varphi_r}{k_r}-x}^{\frac{\varphi_r}{k_r}+x}\{c_0+c_1\cos k_r t+d_1\sin k_r t\}dt$$

$$=c_0+\frac{c_1}{xk_r}\cos\varphi_r\sin k_r x+\frac{d_1}{xk_r}\sin\varphi_r\sin k_r x$$

$c_1=C_r\cos\varphi_r \quad d_1=C_r\sin\varphi_r$ であるから

$$\bar{r}_{\max}=c_0+\frac{C_r}{xk_r}\sin k_r x \quad \cdots\cdots (16)$$

(16) 式は最大雨量強度の点を中心に持つ任意の時間内の平均雨量強度である。従つて $2x$ を1時間とすれば $\bar{r}_{\max}$ は最大雨量の平均強度とみなすことができる。また 表—1 に示した $c_1 d_1$ が正負いかなる場合も $\bar{r}_{\max}$ は (16) 式と同一になる。次に (13) 式より初項 a_0 は平均面積素であるから流域面積 A は $A=a_0 T_a$ となる。

従つて推算される最大流量 $Q_{\max}$ は (4) 式に (16) 式を代入して

$$Q_{\max}=fa_0 T_a\left(c_0+C_r\frac{\sin xk_r}{xk_r}\right) \quad \cdots\cdots (17)$$

ただし $C_r=(c_1{}^2+d_1{}^2)^{1/2}$

すなわち (17) 式は最大流量推算式の一般式とみなしてよい。

(ii) 最大流量算定の理論式

再び集水面積素の時間的変化及び雨量強度の時間的変化を述べると

$$a=f(t-\alpha)=a_0+a_1\cos\{k_a(t-\alpha)\}+b_1\sin\{k_a(t-\alpha)\} \quad \cdots\cdots (18)$$

$$r=\psi(t)=c_0+c_1\cos k_r t+d_1\sin k_r t \quad \cdots\cdots (19)$$

ただし (18) 式は (13) 式を α, $(\alpha=\tau-T_a)$ だけ座標変換した式である。

(18), (19) 式を (5), (6), (7), (8) 式に代入すれば

$T_r<T_a$ の場合

$$0\leqq\tau\leqq T_r \quad Q_{\tau 1}=[a_0 c_0\tau+E+A\cos k_a\tau+B\sin k_a\tau-C\cos k_r\tau-D\sin k_r\tau]\times f \quad \cdots\cdots (20)$$

$T_r \leqq \tau \leqq T_a$

$$Q_{\tau_2}=[a_0c_0T_r-A\cos k_a(\tau-T_r)-B\sin k_a(\tau-T_r)+A\cos k_a\tau+B\sin k_a\tau]\times f \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(21)$$

$T_a \leqq \tau \leqq T_a+T_r$

$$\begin{aligned}Q_{\tau_3}=[a_0c_0\{(T_a+T_r)-\tau\}-E-A\cos k_a(\tau-T_r)-B\sin k_a(\tau-T_r)\\+C\cos k_r(\tau-T_a)+D\sin k_r(\tau-T_a)]\times f \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(22)\end{aligned}$$

$T_r > T_a$ の場合

$0 \leqq \tau \leqq T_a \quad Q_{\tau_1'}=Q_{\tau_1}$

$T_a \leqq \tau \leqq T_r$

$$Q_{\tau_2'}=[a_0c_0T_a-C\cos k_r\tau-D\sin k_r\tau+C\cos k_r(\tau-T_a)+D\sin k_r(\tau-T_a)]\times f \quad \cdots\cdots\cdots(23)$$

$T_r \leqq \tau \leqq T_a+T_r \quad Q_{\tau_3'}=Q_{\tau_3}$

ただし

$$A=\frac{b_1c_0}{k_a}+\frac{c_1b_1+d_1a_1}{2(k_a+k_r)}+\frac{c_1b_1-d_1a_1}{2(k_a-k_r)} \qquad B=\frac{c_0a_1}{k_a}+\frac{c_1a_1-d_1b_1}{2(k_a+k_r)}+\frac{c_1a_1+d_1b_1}{2(k_a-k_r)}$$

$$C=\frac{a_0d_1}{k_r}+\frac{c_1b_1+a_1d_1}{2(k_a+k_r)}+\frac{c_1b_1-a_1d_1}{2(k_a-k_r)} \qquad D=\frac{-a_0c_1}{k_r}+\frac{d_1b_1-c_1a_1}{2(k_a+k_r)}+\frac{c_1a_1+d_1b_1}{2(k_a-k_r)}$$

$$E=-\frac{b_1c_0}{k_a}+\frac{a_0d_1}{k_r}$$

すなわち流量と時間との関係は上式によつて得られる。この場合 $Q_{\tau\max}$ は $T_r<T_a$ の場合は Q_{τ_2} 式において $T_r>T_a$ の場合は $Q_{\tau_2'}$ 式において起る可能性が最も大きい。しかも $T_r>T_a$ の場合より $T_r>T_a$ の場合の方が一層大きい $Q_{\tau\max}$ を示すことは当然である。結局 $T_r>T_a$ の $T_a \leqq \tau \leqq T_r$ の場合すなわち (23) 式について検討を加えれば本問題解決の目的に合致する。従つて $Q_{\tau_2'}$ 式のみの検討によつてよいわけである。

(23) 式を分解し整理すれば次のようになる。

$$Q_{\tau_2'}=a_0c_0T_a+(-C+C\eta-D\xi)\cos k_r\tau+(-D+C\xi+D\eta)\sin k_r\tau$$

$$\eta=\cos k_rT_a \qquad \xi=\sin k_rT_a$$

すなわち (23) 式は T_r を 2π とすると周期函数として表現されているわけである。これを書き改めると

$$Q_{\tau_2'}=a_0c_0T_a+C_Q\cos(k_r\tau-\varphi_Q) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(24)$$

こゝに

$$(-C+C\eta-D\xi)=C_Q\cos\varphi_Q$$

$$(-D+C\xi+D\eta)=C_Q\sin\varphi_Q$$

$$C_Q=\{(-C+C\eta-D\xi)^2+(-D+C\xi+D\eta)^2\}^{1/2} \qquad \varphi_Q=\tan^{-1}\frac{(-D+C\xi+D\eta)}{(-C+C\eta-D\xi)}$$

とする。すなわち (23) 式の最大値は (24) 式を一次微分することにより得られる。その結果は 表―2 のようである。ただし $Q_{\tau2'}$ 式自体は極小値を有する性格を持つているが τ の範囲が $T_a \leqq \tau \leqq T_r$ の限定されている為 $Q_{\tau_2'\min}$ は実際の場合存在しない。

表―2

$(-C+C\eta-D\xi)$	$(-C+C\xi+D\eta)$	$\tau=\varphi_Qk_r^{-1}$	$\tau=(\pi+\varphi_Q)k_r^{-1}$
+	+	max	
−	−		max

$(-C+C\eta-D\xi)$	$(-D+C\xi+D\eta)$	$\tau=(2\pi-\varphi_Q)k_r^{-1}$	$\tau=(\pi-\varphi_Q)k_r^{-1}$
−	+		max
+	−	max	

いま $\tau=\varphi_Qk_r^{-1}$ の時 $Q_{\tau_2'\max}$ とすれば

$$Q_{\tau_2'\max}=[a_0c_0T_a+C_Q]\times f \quad \cdots(25)$$

すなわち (25) 式は流量のピークの最大の値である。

これも前者と同様に 表―2 の $(-C+C\eta-D\xi)$ 及び $(-D+C\xi+D\eta)$ の値が正負いずれの符号を示しても結局同様の式となり (25) 式は一般式とみなしてよい。

(iii)　最大流量推算値と理論最大流量との比較

(1) 式に準じた最大流量推算式は一般式として次式が得られる。

$$Q_{\max}=\left[a_0T_a\left(c_0+C_r\frac{\sin k_rx}{xk_r}\right)\right]\times f \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(17')$$

ただし　$C_r=(c_1{}^2+d_1{}^2)^{1/2}$

また理論最大流量は一般式として次式が得られる。

$$Q_{\tau_2'\max}=[a_0c_0T_a+C_Q]\times f \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(25')$$

ただし　$C_Q=\{(-C+C\eta-D\xi)^2+(-D+C\xi+D\eta)^2\}^{1/2}$

その内 C, D, η, ξ は前述の通り。

(17′) 式の $Q_{\max}$ と (25) 式の $Q_{\tau'2\max}$ との間の必要な条件は

$$a_0 T_a\left(c_0+C_r\frac{\sin k_r x}{x k_r}\right)\geqq a_0 c_0 T_a+C_Q \qquad\cdots\cdots(26)$$

(26) 式を満足する x の値を決定すれば条件に叶う平均雨量強度を求める時間が得られるわけである。

(26) 式より

$$a_0 T_a C_r\frac{\sin k_r x}{x k_r}\geqq C_Q$$

$$a_0 T_a=A \qquad \frac{\sin k_r x}{k_r x}\geqq\frac{C_Q}{A C_r} \qquad\cdots\cdots(27)$$

を満足する x を求めればよい。この内 C_Q 及び C_r について検討を加えれば (27) 式の右辺の項は次のようになる。

$$C_r=(c_1{}^2+d_1{}^2)^{1/2}$$

$$C_Q=\{(-C+C\eta-D\xi)^2+(-D+C\xi+D\eta)^2\}^{1/2}$$

$$=\{2(1-\eta)\}^{1/2}(C^2+D^2)^{1/2} \qquad ただし \quad \xi^2+\eta^2=1$$

$$C=\frac{a_0 d_1}{k_r}+\frac{c_1 d_1+a_1 d_1}{2(k_a+k_r)}+\frac{c_1 d_1-a_1 d_1}{2(k_a-k_r)}$$

$$D=\frac{-a_0 c_1}{k_r}+\frac{d_1 b_1-c_1 a_1}{2(k_a+k_r)}+\frac{c_1 a_1+d_1 b_1}{2(k_a-k_r)}$$

$$k_r=\frac{2\pi}{T_r} \qquad k_a=\frac{2\pi}{T_a} \qquad であるから$$

$$(C^2+D^2)^{1/2}=(c_1{}^2+d_1{}^2)^{1/2}\left[\frac{a_0{}^2}{k_r}-\frac{2a_0 a_1}{(k_a{}^2-k_r{}^2)}+\frac{b_1{}^2 k_a{}^2+a_1{}^2 k_r{}^2}{(k_a{}^2-k_r{}^2)^2}\right]^{1/2}$$

いま $\dfrac{T_r}{T_a}=N$ とすれば $T_r=NT_a$ であるから

$$(C^2+D^2)^{1/2}=\frac{AN}{2\pi}(c_1{}^2+d_1{}^2)^{1/2}\left[\left\{1-\frac{T_a a_1}{A(N^2-1)}\right\}^2+\left\{\frac{T_r b_1}{A(N^2-1)}\right\}^2\right]^{1/2}$$

従つて

$$\frac{C_Q}{A C_r}=\frac{A C_r N}{2\pi A C_r}\left[\left\{1-\frac{T_a a_1}{A(N^2-1)}\right\}^2+\left\{\frac{T_r b_1}{A(N^2-1)}\right\}^2\right]^{1/2}\{2(1-\eta)\}^{1/2}$$

$$=\frac{N}{2\pi}\{2(1-\eta)\}^{1/2}\left[\left\{1-\frac{T_a a_1}{A(N^2-1)}\right\}^2+\left\{\frac{T_r b_1}{A(N^2-1)}\right\}^2\right]^{1/2}$$

従つて

$$\frac{\sin k_r x}{k_r}\geqq\frac{N}{2\pi}\{2(1-\eta)\}^{1/2}\left[\left\{1-\frac{T_a a_1}{A(N^2-1)}\right\}^2+\left\{\frac{T_r b_1}{A(N^2-1)}\right\}^2\right]^{1/2} \qquad\cdots\cdots(28)$$

次に (27) 式の左辺の項についてみると次の事がうかがえる。まづ $T_r/2x=S$ とすれば $x=\dfrac{T_r}{2S}$ 　$k_r x=\dfrac{\pi}{S}$

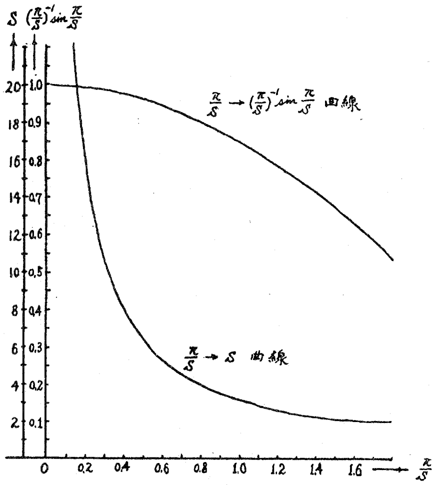
$$\frac{\sin k_r x}{k_r}=\frac{\sin\frac{\pi}{S}}{\frac{\pi}{S}} \qquad\cdots(29)$$

この S と $\left(\dfrac{\pi}{S}\right)^{-1}\sin\dfrac{\pi}{S}$ との関係をみると表—3及び図—2のようになる。この場合 S が1より小さい事は条件に適しない。厳密にいつてまづ $\infty>S>2$ の S について検討するのが妥当であろう。すなわち $\infty>S>2$ なるためには $0<\dfrac{\pi}{S}<\dfrac{\pi}{2}$ であり，結局その範囲における $\dfrac{\pi}{S}$ と $\left(\sin\dfrac{\pi}{S}\right)\times\left(\dfrac{\pi}{S}\right)^{-1}$ との関係を精密に計算して表示したのである。

表—3

S	$\frac{\pi}{S}$	$\left(\frac{\pi}{S}\right)^{-1}\sin\frac{\pi}{S}$
∞	0	1.00
36.1	0.09	1.00
18.0	0.18	1.00
12.0	0.26	1.00
9.0	0.35	0.98
7.2	0.44	0.97
6.0	0.52	0.95
5.1	0.61	0.94
4.5	0.70	0.92
4.0	0.79	0.90
3.6	0.87	0.88
3.3	0.96	0.85
3.0	1.05	0.83
2.8	1.13	0.80
2.6	1.22	0.77
2.4	1.31	0.74
2.3	1.40	0.71
2.1	1.48	0.67
2.0	1.57	0.64

図—2



すなわち（27）式は（28)，(29）式より

$$\left(\frac{\pi}{S}\right)^{-1}\sin\frac{\pi}{S} \geqq \frac{N}{2\pi}\left\{2(1-\eta)^{1/2}\left[\left\{1-\frac{T_a a_1}{A(N^2-1)}\right\}^2+\left\{\frac{T_r b_1}{A(N^2-1)}\right\}^2\right]^{1/2}\right. \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (30)$$

が得られる。

$$S=\frac{T_r}{2x} \qquad N=\frac{T_r}{T_a} \qquad \eta=\cos\frac{2\pi}{T_r}\cdot T_a$$

(30）式の右辺は集水面積及び集水流域の再遠地から雨水が流達する時間，降雨継続時間及び流域の形状を決定する因子よりなり，あらかじめ算定可能である。従つてこれによつて得られた値に等しいか幾分大き目の S の値を表によつて求めそれによつて x を決定すれば必要とする区分時間が求め得る。

3. 結　　言

本論文においては二三の大きな仮定がある。すなわちフーリェー級数の第3項まで採用した点及び最大平均雨量強度を求める際最大雨量強度の現われる時刻から等しく正負双方へとつてその総雨量を平均した点等である。

たゞ対象を最大流量の推定という点においた場合一応うなづけるものがあるものと思う。

また（30）式の有する性格について（1）式と比較してみると雨量強度の時間的変化の因子はすでに（1）式の中に含有せられており結局降雨継続時間及び集水面積またその流域の形状を表現し得る各種因子によつて（1）式に乗ずる最大平均雨量強度を決定し得るということになる。また後刻発表の予定であるが（1）式に採用する最大時雨量の採用は必ずしも適当でなく流域形状いかんによつては理論最大流量よりも過少な値が算出される場合もあるとの結果が得られた。

なお本論文は特に水源地帯に施行せられる砂防ダム及び床固工に採用せられるもので下流地帯の大面積を流域とする地帯にはあまり適当としない。

今後その実用性その他について具体的検討を続ける意向である。

文　　献

1） 物部長穂：水理学
2） 坪井忠二：振動論
3） 荻原貞夫：出水曲線の研究，演習林報告第 47 号
4） 拙著：多摩川上流部の流量算走と其の分析（森林保全に関する研究，農林省林野庁発表）

（昭.30.1.13）