

14. 山腹斜面からの雨水の流出に関する実験的研究

広島大学工学部 工博 金丸昭治
" 星 健三

治水利水計画の合理化については、関係各方面において古くから検討されてきたが、最近における災害の科学的解明や水資源の高度利用の要望にともなう、治水利水計画の基礎となる雨水の流出に関しても、その現象の内部機構をより一層詳しく解明することが必要になってきたわけである。このような問題に関する一連の研究の一環として、この研究では流出のおくれに支配的影響を与える山腹斜面に着目し、とくに斜面表層部の構成状態と流出特性との関係を明らかにすることを目的として屋内実験を行ない、その結果を検討したところ、後に述べるような二、三の特性が明らかになった。

実験装置：降雨発生装置はヘッドタンクより1 m. パイプで下方15 mの水平面上の櫛状パイプ網に水を引き、直径9 mmの櫛状パイプの直径0.4 mmの孔から下方に噴出するようにし、噴出孔は約 250 cm^2 に1の割合である。途中に設けたバルブで給水量(降雨強度)を調節し、ヘッドタンクと流出孔近くのパイプ内圧力との圧力差を傾斜管内の水銀柱に導いて時々刻々の降雨強度を読みとることにした。この降雨強度の変化範囲は0 ~ 60 mm/hrである。斜面からの流出流量は30秒毎に測定した。模型斜面は、傾斜角 $13^\circ 45'$ の中1 m長さ3 m、片側面は透明樹脂板としたものである。底面には平均約1 mm径の砂を張りつけ、その上に敷くガラスウールの移動と底面からの離脱を防止することにした。

実験方法：降雨の種類としては、時間的分布を3種類に決め、それぞれの最大強度のみは一定とした。ガラスウールの厚さは、1 cm, 2 cm, ……

と変化させ、それぞれの場合に各種類の降雨を供給して流量を測定した。(現在 実験継続中)

このように、表局部として、土の尺を除き、張りつけた砂とガラスウールに限定した理由は、実際の流域における表尺附近で、その構成状態が変化するのは、主として枯葉の堆積尺のみであつて、土中の状態までは変化しないということである。つまり、対象とする流域の表尺状態が治水利水上、好ましい状態に変化しつつあるかどうかを数量的に判定する法則を見出すには、一先づ人為的にも変化させ得る表尺のみの流出に対する効果を把握する必要があるからである。今一つの理由は、損失雨量の分離操作が省略できるという利点があるからである。もちろん、この実験の延長として、実際の山腹における土砂を下部に敷き、損失を考慮した場合の実験も行なう予定である。

実験結果の解析方法については、すでに発表したとおりであつて、表尺内の流れが

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{\delta} \int_{\tau}^t r_e(t) dt &= H(t, x) - H(\tau, \xi), \\ \frac{ki}{\delta} (t - \tau) &= x - \xi \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1)$$

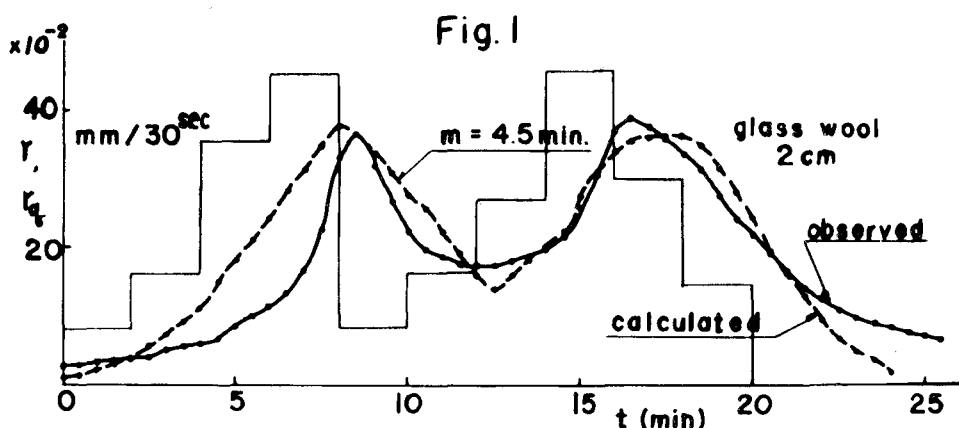
によつて近似的にあらわされる。ただし、 δ は表尺空隙率、 $r_e(t)$ は時刻 t における降雨強度、 $H(t, x)$ は時刻 t 、 x の位置における表尺内水深、 x は上流端から斜面に沿つて測つた距離、 k は表尺内透水係数、 i は斜面勾配、 τ 、 ξ は特性曲線の出発する時間的位置である。この計算式によれば、斜面下流端からの流出流量は、降雨強度のディメンジョンであらわすと

$$r_g = \frac{1}{m} \int_{t-m}^t r_e(t) dt \dots\dots\dots (2)$$

のようになる。ただし、 $m = L / (ki/\delta)$ であつて、これは斜面上流端から下流端までの距離 L を擾乱が伝播する時間である。この m の値を雨量、流量の実測値から求めれば、 k/δ が算出される。実際の流域における観測値から m と k/δ の関係が求まれば、林

相と k/σ , k/σ と m の相関が明らかになり, 林相から m を求めて, 任意降雨による斜面からの雨水流出量が計算できることになる。

以上のような考へ方にもとづいて 実験結果を解析した一例を示すと 図-1 のようである。この図からわかるように, 最適と思われる m の場



合でも流出の前後で計算値と実測値に差を生ずる。そこで, 流出の初めと終りの部分には前述の(2)式が適合しない現象が生じていると考へて その特性を吟味したところ, つぎのような事が明らかになった。

流出後期の流量は, 一般河川のそれと同様に指数曲線状の減衰がみられるので, この部分に対しては 貯溜高 S と流量 r_g とが比例関係にあることは明らかである。すなわち,

$$r_g = \alpha S \text{ ----- (3)}$$

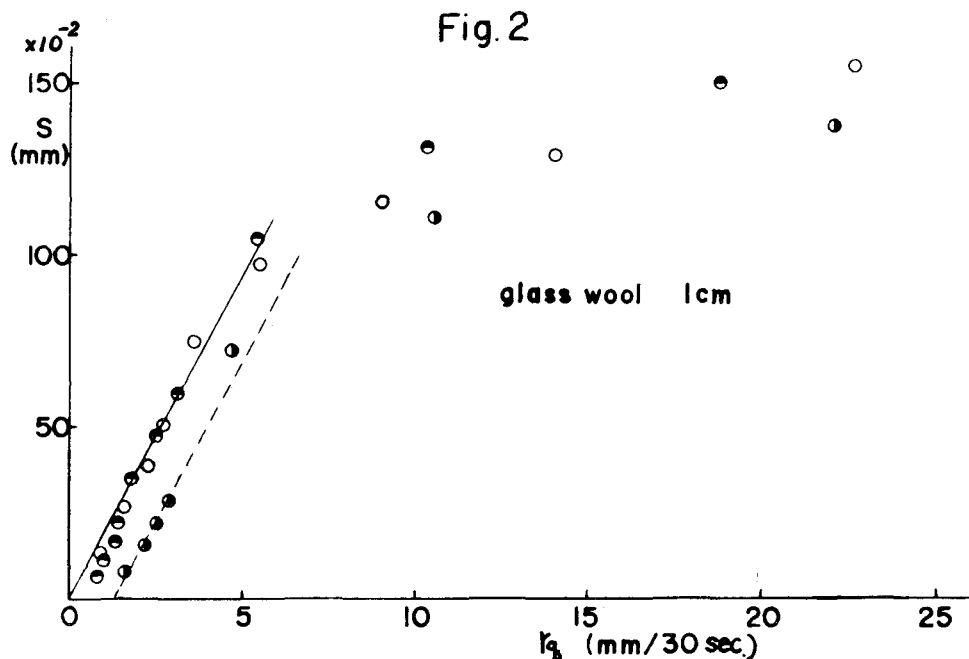
となる。ここに α は減衰係数である。

一方, 流出初期の部分について

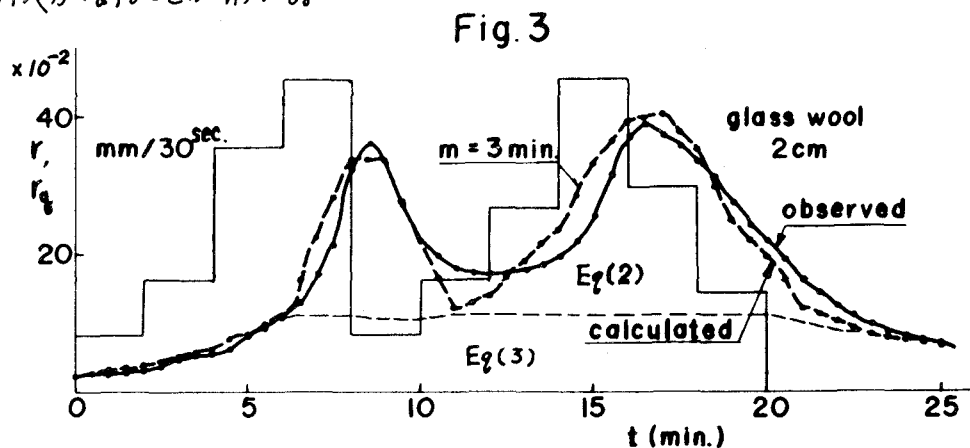
$$S(t) = \int_0^t \{r_e(s) - r_g(s)\} ds$$

で与えられる S と r_g との関係をプロットしてみると図-2のようになり, 流出初期についても ある S の値までは(3)式の関係が成立することがわかった。このように, 流出の初めと終りの部分に(3)式の関係が成立するような現象が生ずる要因については 現在検討中であるが, 恐らく毛管力による特殊な局の発生に起因するのではないと思われる。

(3)式であらわされる流出は、初期において(3)式が適合しなくなったときから定常となり、定常状態を維持するに必要な供給より降雨が小さくなったとき、再び(3)式が成立するものと思われる。したがって、定常状態を維



持するに必要な降雨以上の降雨について(2)式による計算流量を求め、(3)式の定常流量に加算することにした。一例を図-3に示すが、(3)式であらわされる成分のあることがわかる。



現地における現象をみても、山腹斜面上の表面流出はないようであるから、結局、基底流出を除けば、斜面からの流出は(2)、(3)式で表現できると思う。詳しい結果は講演時に述べる。