

III-2 出水予知に関する一考察

京大工学部 正員 工博 石原藤次郎 京大防災研 正員 工修 高橋琢馬 京大工学部 正員 工修 頼 千元

本研究は面積数百 km^2 以内の森林山地における出水予知について二、三の問題点を指摘したものである。

1. 出水生起場とパターン：まず出水供給源としての過剰降雨を決めるには初期損失と浸透損失を算定する必要があるが、こうした問題については別項「出水生起時における雨水の挙動に関する研究」を参照されたい。森林山地の山腹には厚さ20~30 cm の空隙の大きな森林土壌が存在し、その表面からの浸透能は数百 mm/hr 以上に達する。こうした森林土壌(表層)の存在は出水過程を著しく複雑にするとともに、降雨条件によっては予期しない急激な増水を引き起す場合があるから出水予知と関連して重要である。以下簡単に説明する。①表層内側方流れは初期損失が満たされると生じ Darcy 則に従う。山腹が急勾配の場合には表層内水深 H は特性曲線 $x-x'=f(t-t_0)$ (1)の上で $\partial H = R_e(t) - R_e(t - \frac{L}{f})$ (2)で表わされる。ここに $f = \frac{K}{\theta} \sin \theta$ であって θ は有効空隙率、 $\sin \theta$ は勾配、 x, x' は特性曲線の出発する場所的、時間的位置を示す。②降雨が継続して H が表層厚さ D に達すると表層表面に表面流が生ずる。その状態を示したものが図-1であって、 r は観測降雨、

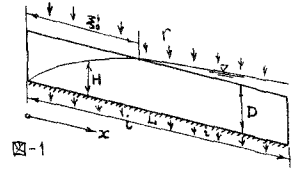


図-1

i は下層への浸透能、 L は山腹長である。 L_0 は表面流非生起場の長さで降雨条件によって変化し、 $\partial D = R_e(t) - R_e(t - \frac{L}{f})$ (3)の関係式を満足する。③以上の状態を特性面に示したものが図-2である。 $i_e = r - i$ で過剰降雨強度、 t_0 は表面流出の生起時刻、 t_e は過剰降雨の終了時刻、 Q は流量である。表面流の生起場($L - L_0$)は(3)式の関係で変化し、図に斜線で示している。

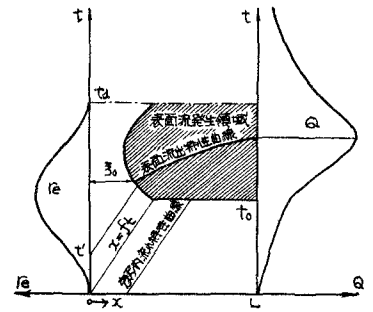


図-2

④表面流の生起時刻、生起場の大きさとその変化過程は大出水予知と関連して重要で、様々な出水のパターンを生じる。その図解的な求め方を示そう。まず過剰降雨の累加曲線 $R_e(t)$ を描く。つぎに、 $R_e(t)$ 曲線と ∂D 上にずらした $R_e(t) + \partial D$ 曲線と、 L/f 水平に時間方向と反対にずらした $R_e(t - \frac{L}{f})$ 曲線を描く。(1)と(3)式から両曲線と囲まれた領域の f 倍が表面流の生起場の累加を表わし、その領域内の水平分線の f 倍がその線分を水平に延長して $R_e(t)$ 曲線に交わる時刻の生起場の大きさを表わす。 $R_e(t - \frac{L}{f})$ 曲線が $R_e(t) + \partial D$ 曲線と $R_e(t)$ 曲線の間にあるときは表面流は生じず大出水は生じない。 ∂D および L/f は出水解析によって得られ、由良川大野ダム地奥上流域では $\partial D = 120 \text{ mm}$ 、 $L/f = 32 \text{ hr}$ である。図-3は表面流出が生起して大出水が生じる代表的な例を添

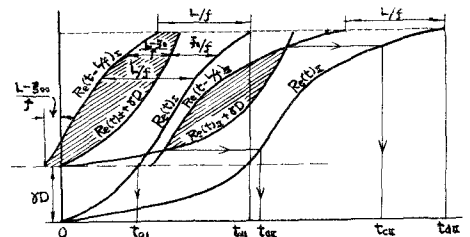


図-3

字ⅠとⅡをつけて示したものである。Ⅰは降雨強度が大きい場合、Ⅱは降雨強度が小さい場合を示したもので通割降雨量は同一としてある。ⅠはⅡに比して表面流出の生起場が大きく、またⅡの場合のように降雨継続中でも表面流が終了する場合(時刻 t_{ex})が生じる。これからも降雨量が等しくても降雨の時間的分布によって出水には大きな差を生ずることに留意する必要があることがわかる。

2. 出水急増時刻の予知：出水急増時刻とは表面流出の生起時刻 t_0 であって、その予知は上述の図解法で簡単にできる。すなわち、降雨の通報記録から $Re(t)$ 曲線を描いていき、 $Re(t-\frac{L}{V_f})$ 曲線が時間軸の左側にくるときは $\delta D = Re(t_0)$ の時刻(Ⅰ)、右側にくるときは $Re(t-\frac{L}{V_f})$ 曲線と $Re(t)+\delta D$ 曲線の交差から右側に線とひき $Re(t)$ 曲線と交わる時刻(Ⅱ)が、急増する時刻である。図-4は由良川大野ダム上流域における出水の数例を示したものでNo1およびNo2は(Ⅰ)、No.3は(Ⅱ)、No.4は $Re(t-\frac{L}{V_f})$ 曲線が $Re(t)+\delta D$ と $Re(t)$ の間に入って表面流出は生起せず出水急増は生じない。

3. 出水強度の予知：出水強度は表面流出生起場の大きさとその時間的変化過程に大きく支配される。図-4はNo.1およびNo.2は生起場が著るしく大きく、したがって出水強度も極めて大である。No.3は生起場がわずかで出水もそれほど大きくはない。No.4は表面流出が生じないから出水も小さい。出水強度の予知の場合とくに重要なことは t_0 時における表面流の生起場($L-\delta D$)の大きさと t_0 時以後の降雨分布である。その理由は($L-\delta D$)が大きい場合には t_0 時以後の出水は表面流に関する理論から著るしく急激になることを示すことができる(No.1およびNo.2)、また t_0 以後の降雨が直接表面流出に関与して大出水を生起するからである。降雨量が100-200mm以上になると異常な大出水が起るという従来の経験的事実もこれからうなづける。 t_0 時までの降雨と以後の降雨の役割は異なるが両者とも重要度は同じである。前者は大出水の直接的な供給源にはならないが、表面流の生起場とくに($L-\delta D$)に大きく影響するから間接的には出水に重要な役割りを果たす。すなわち初期損失や前期降雨が極めて重要な因子となってくる。 t_0 時以後の降雨は表面流生起場の変化過程を支配すると同時に直接の供給源となるから重要なことはいうまでもない。こうした点についての詳細

は講演時に述べる。

図-4

