

II-18 山腹の保水機能に関する二、三の考察

広島大学工学部 正員 金丸昭治

降水や融雪にともなう出水の解析に関しては、最近とくに雨水が流路に出現するまでの過程が注目されるようになった。従来、かかる分野の研究に期待されたのは、主として治水あるいは利水の目的に適合した諸施設の規模、構造の計画設計に役立つ成果であり、その流域からの流出特性の現状も把握することであつた。したがって、流域特性の経年変化などにあまり重きがかけられなかったと云つても過言ではあるまい。ところが、最近に至り水資源の問題も影響して、その流域の本来の姿にくらべて現在の流出状況はどのような状態にあるか、またどのような点を改良すればどの程度の効果、能力を示すかということが問題となつてきたようである。このような一連の問題の一つとして、ここでは山腹斜面の一時的保水能力（地表層での流出遅滞能力）を取り上げ、その具体的な評価方法について考察した結果を述べることにする。この一時的保水能力は一般に造林、伐採あるいは災害山火事などによる表層構成状態の変化によつて変動するものと考えられ、地形、地質などはほとんど影響しないと考へてよいであろう。さらに、ここではある状態を基準とした保水能力の変化の度合を対象とするから、表層の存在による流出遅滞現象（中間流出現象と考へられる）を厳密に解析することは必ずしも必要ではない。このような点を考へて、この研究の第一段階として図-1に示すような非常に簡単な模型も考へ、もっとも平易な解析手段を採用することにした。なお、この現象に関して組み立てられる方程式の厳密な解については京大 石原研究室で検討されている。

いま、表層の厚さを D とし、勾配を i 、空隙率を ϕ 、透水係数を k 、表層底部から下方への透過能を $f(t)$ 、降雨強度を $r(t)$ とする。また、解析を容易にするために、表層内の流れが

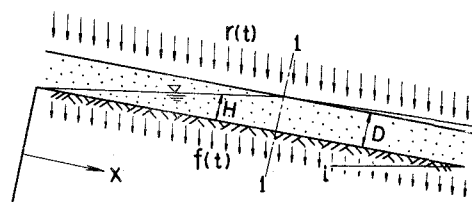


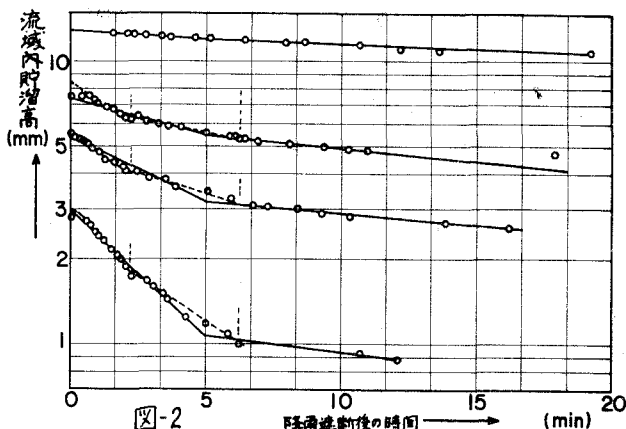
図-1 模型斜面

Darcyの法則に従い、水深の場所的变化は比較的小さく、水面勾配の場所的变化はほとんどの場所で極めて小さいものとする。このような場合には、特性曲線の出発する時間的、場所的位置を τ 、 ξ とし、その位置における表層内水深を $H(\tau, \xi)$ とすると、断面1-1より上流（表面流も生じていない部分）における水深 H 、流れ方向の距離 x および時間 t の関係は近似的に

$$H - H(\tau, \xi) = \frac{1}{\phi} \int_{\tau}^t \{r(t) - f(t)\} dt, \quad \text{および} \quad \frac{ki}{\phi}(t - \tau) = x - \xi$$

も同時に満足するものとして与えられる。ところで、この近似解を利用して山腹斜面の表層の機能やその変化を具体的に表現する方法としては、表面流出の終了した時刻 t_0 から中間流出の終了した時刻 t_1 までの時間を対象とするのが適当と思われる。その理由は、模型斜面上にガラスウールを敷いて行なつた屋内実験の結果（図-2参照）からもわかるように

降雨遮断後は他の条件が異なる場合でも表層の状態を変えないならば $t_e - t_b$ がほとんど一定になるということである。したがって、この値を表層構成状態の変化を知るための指標とすることは可能であろう。しかしながら、この $t_e - t_b$ の値の変化と地被状態の記録が対応した資料はいまのところ見出すことが非常に困難であり、両者の相関が明らかになる程度の資料がない限り仮りに現在の資料が揃っていても他の時期の地被状態を $t_e - t_b$ の変化のみから推定することは困難であろう。そこで、 $t_e - t_b$ の値の変化から地被状態の変化の模様を推定するためにも、また、地被状態の記録が揃った場合にその変化の機構を分析するためにも、 $t_e - t_b$ の内容を検討しておく必要がある。 t_b は表面流出の終了する時刻であるから、 t_b 以後においては表層表面上の流れはなく、表層内に残留する雨水が表層下流端から流出することになる。ただし、 $t_b < t < t_e$ においては先づ降雨はないものとする。この状態を前述の近似解にもとづいて解析するためには、 $t = (t_b)$ における初期および境界水深が必要であるが、斜面長 L にくらべて表層厚 D が小さいことから、全般的にはほとんど直線状の水面形であると考えて差し支えないようであり、前に示した近似解を求める過程においてこれに類似の仮定も設けているので、 t_b では表層内水深が区間 L において 0 から D までの直線的分布をしているものと仮定する。このようにすれば、



期の地被状態を $t_e - t_b$ の変化のみから推定することは困難であろう。そこで、 $t_e - t_b$ の値の変化から地被状態の変化の模様を推定するためにも、また、地被状態の記録が揃った場合にその変化の機構を分析するためにも、 $t_e - t_b$ の内容を検討しておく必要がある。 t_b は表面流出の終了する時刻であるから、 t_b 以後においては表層表面上の流れはなく、表層内に残留する雨水が表層下流端から流出することになる。ただし、 $t_b < t < t_e$ においては先づ降雨はないものとする。この状態を前述の近似解にもとづいて解析するためには、 $t = (t_b)$ における初期および境界水深が必要であるが、斜面長 L にくらべて表層厚 D が小さいことから、全般的にはほとんど直線状の水面形であると考えて差し支えないようであり、前に示した近似解を求める過程においてこれに類似の仮定も設けているので、 t_b では表層内水深が区間 L において 0 から D までの直線的分布をしているものと仮定する。このようにすれば、

$$H(t_b, x) = Dx/L$$

となり、 $x = L$ では $t = t_e$ において $H = 0$ となるはずであるから

$$t_e - t_b = \sigma DL / (f_c L + k_i D)$$

のような関係が得られる。ただし、対象とする期間においては、 $f(t) = f_c = \text{Const.}$ になっているものとする。他方、 $t_b < t < t_e$ において降雨 $r(t)$ のある場合は、

$$t_e - t_b = \left\{ \sigma DL + L \int_{t_b}^{t_e} [r(t) - f_c] dt \right\} / k_i D$$

のようになる。これら二つの場合の結果から、 $t_e - t_b$ の値を大きくあるいは小さくする要素、すなわち流出の緩急に影響する要素のうち D や σ (k は σ の関数) がもっとも大きい影響力をもつものと考えられ、またこの D や σ は森林状態の人工的变化に応じて比較的速い変化を示すものである。したがって、 $t_e - t_b$ を変化させて理想的な流出状況にするための D や σ の値、およびそれらの組み合わせがある程度明らかになるはずである。さらに森林状態の詳細な記録にもとづいて、森林の変化と D および σ との相関が得られるならば、地被状態と流出の緩急との関係を定量的に表現する一つの方法が確立されるものと思う。