

山腹の保水能力に関する一考察

広島大学工学部 正員 ○金丸昭治
山口大学工業短大 正員 星 健三
広島大学大学院 学生員 三島 隆明

一般に、流域からの雨水流出特性を把握するための一資料として、流量減衰部分の解析結果が利用されることは周知のとおりである。この研究も流出曲線の減衰部特性を検討した結果にもとづいて、流域、とくに山腹の保水能力を量的に評価する指標を決定しようとするものである。

流出曲線の減衰部は、従来 $g(t) = g(0)e^{-kt}$ ($g(t)$: 時刻 t における単位面積当りの流量, k : 減衰係数) であらわされるような時局的变化を示すものとされていたが、一流出成分のみに限定しても必ずしもこのような傾向を示すとは限らないようである。そこで、後述するような屋内実験の結果と他の研究成果 (*Handbook of Applied Hydrology, Section 12, McGrawHill*) にもとづいて再検討してみると、従来のものとは多少異なった関係式であらわすのが妥当と思われる。すなわち、実験結果からも確認された基礎的特性は、流出可能な貯溜高 S と単位面積当りの流量 g との間に、

$$S(t) = S_i \cdot g(t)^{m_i} \quad \text{-----} \quad (1)$$

の関係があるということである。ここに、 m_i は定数であり、 S_i は $g=1$ のときの S に対応する値であつて $[1^{-m_i} \sim m_i]$ のディメンジョンをもつ。ただし、一般に減衰部全体は S_i と m_i とがそれぞれ対応する二組の関係であらわされるようである。ここで、(1)式と

$$-\frac{dS(t)}{dt} = g(t) \quad \text{-----} \quad (2)$$

とから、 $m_i \neq 1$ の場合の $t \sim g$ の関係式として

$$g(t) = \left\{ \frac{1-m_i}{m_i S_i} t + g(0)^{(1-m_i)} \right\}^{-\frac{1}{1-m_i}} \quad \text{-----} \quad (3)$$

が得られる。ここで、従来考えられていた減衰部の $t \sim g$ 関係式 $g(t) = g(0)e^{-kt}$ は、 $m_i=1$ (特異点) の場合に相当するわけであるが、実験、実測資料にもとづいて検討してみると $m_i \neq 1$ が妥当と思われる。

以上のように減衰部流出特性を表現することになると、 S_i と m_i を求めることが必要である。これらを決定するには、与えられた $t \sim g$ 曲線と (1), (2), (3) 式を用いればよい。すなわち、(1), (2) 式から得られる

$$S_i = g(t)^{\frac{2-m_i}{m_i}} \left(-m_i \frac{d g(t)}{dt} \right) \quad \text{-----} \quad (4)$$

の関係を (3) 式に代入すれば

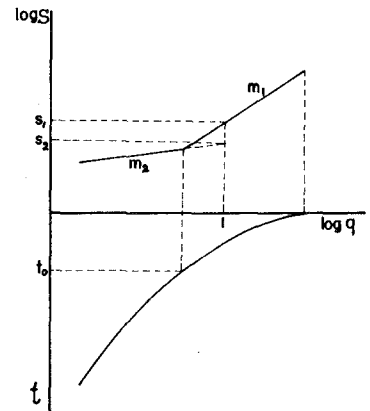


図-1 t, g, S の関係図

$$f(t) = (1 - m_i) \left(-\frac{df(t)}{dt} \right) + f(0)^{-(1-m_i)} \cdot f(t)^{2-m_i} \quad \text{----- (5)}$$

となり、 m_i のみが未知数であつて、他は f 曲線から任意の時刻もにつけて与えられるから、 m_i を試算的に求め、(4)式から S_i を定めることができる。

他方、 S_i 、 m_i を図式的に求めるには、減衰部で採用した時間の原点における $S(0)$ を仮定し、(2)式にもとづいて $S \sim f$ 曲線を両対数グラフにプロットし、これが直線となつたときの S_i 、 m_i を用いて(3)式から f 曲線を計算して実測値と比較する。これらが一致するように $S(0)$ を修正したときの S_i 、 m_i が求める値である。

減衰部においては、河道貯溜量の時間的变化が大きい部分(例えば表面流出のある部分)を除くと、一般に S_i と m_i の組が二つあるようであり、図-1のように、両対数グラフで $S \sim f$ 関係は二本の直線であらわされる。これらのうち、急勾配の部分は枯葉堆積層からの流出と表土からの流出(地下水流出を含む)とが合成されたもの、緩勾配の部分は枯葉堆積層からの流出が終了した後の流出をあらわすものと思われる。

図-2は、桧(樹齢約50~60年)の森林から、幅5cm、長さ2m、厚さ30cmの表層を不攪乱状態のまま周囲と底を充填接着剤で固定したものを採取し、実験室内で人工的降雨を長時間供給した後に測定した減衰部分の S と f の関係であつて、(4)、(5)式から S_i 、 m_i を決定して得たものである。図-3は西城川の流量記録から同様にして得た S と f の関係である。図-2と図-3を比較してわかるように、 S_i の値に差があるのは実際の河川流域では雨水を貯溜する深さが実験に採用した試料厚よりかなり大きく、しかも空隙率が小さく一時に流出しなり傾向にあることを示している。

以上のような考えのもとづいて流域の保水能力を検討することにすれば、 S_i は例えば比流量が1のときの流域内保水量を代表することになり、 m_i とともにその流出変化を支配する要素とも考えられるので、普遍的な立場で各流域の保水能力とその流出特性を具体的に評価することができるものと思う。 S_i および m_i はともに大きい方が利水上好ましいようであるが、両者は表層厚の影響を除くと地質や枯葉堆積層の性質によってある特定の関係があるようにも思われ、さらに地質と地被植物との間にも適合性の関係から特定の組み合わせがあるものと考えられるので、図-1に示した S_1 、 S_2 、 m_1 、 m_2 の間にはある程度の相関が見出されるかもしれないと考えている。今後多くの河川の記録にもとづいて S_i 、 m_i を求め、保水能力の良否を比較するとともに、上記相関についても考察する予定である。

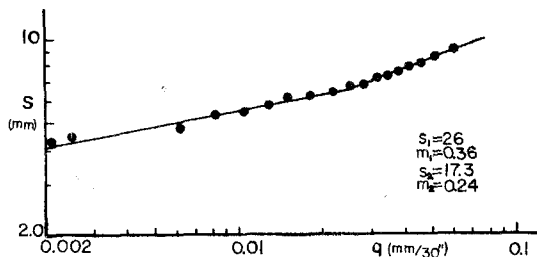


図-2 屋内実験による $f \sim S$ 関係図の一例

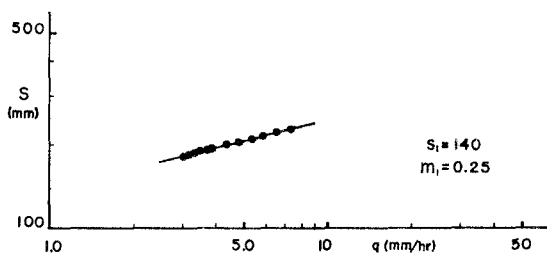


図-3 西城川 $f \sim S$ 関係図