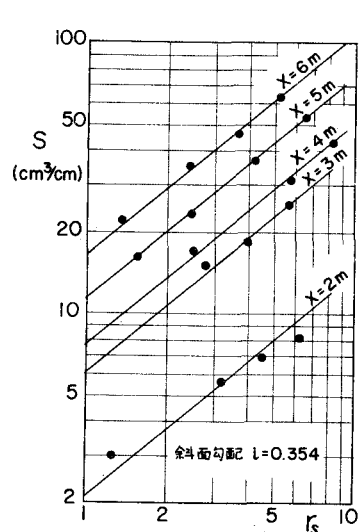


広島大学工学部 正員 金丸昭治

山口大学工業短期学部 正員 星 健三

流域の山腹に供給された雨水のうち、その大半は山腹表層内に浸入し、地中に滲透するものと層内を流動して河川に流出するものがあることは周知のとおりである。この研究は表層のうち、雨水を保留する能力を左右する枯葉堆積層に着目し、それが雨水流出現象に与える影響を数量的に評価することを目的とするが、その第一段階として層内保水量（定常状態）について検討した結果を述べることにする。考察の基礎資料は実験によって得たものであり、ガラス玉や実際の山腹表層を切り取ったものを巾5cm、長さ6mの水路に入れ、人工的に一定強度の降雨を供給したときの定常状態における層内貯留量と下流端流量である。これらを斜面長も逐次変化させて測定すれば層内の水深分布を求めることができる。すなわち、単位中貯留量を S 、斜面長を x 、空隙率を ϕ 、見かけの水深を H 、降雨強度を r とすれば、 $dS/dx = \phi H$ であり、 S が r と x の関数であるからその関数形を実験結果から求めればよい。降雨の均一化や表層採取が困難なため、未だ多種類の実験は行っていないが、直径3mmのガラス玉を敷きつめた模型表層と、樹齢30年の檜の森林における枯葉堆積層についての実験結果を示すと図-1、図-2のようである。ここに、横軸の r_s は r/r_0 であり、 r_0 は基準の降雨強度（ここでは10mm/hr）である。これらの図では S と r_s の関係を面対数グラフで直線とし、各 x に対するものを平行とみなした。 x の小さい場合に S が異なるのは x が小さい程下流端条件の影響が大きいためであり、直線の位置を図のように決定し、平行とした理由は $r_s \leq 1$ でも dH/dx が負にならないことを条件としたからである。実験結果は $S = f(x) r_s^m$ (m は直線の勾配) ----- (1)

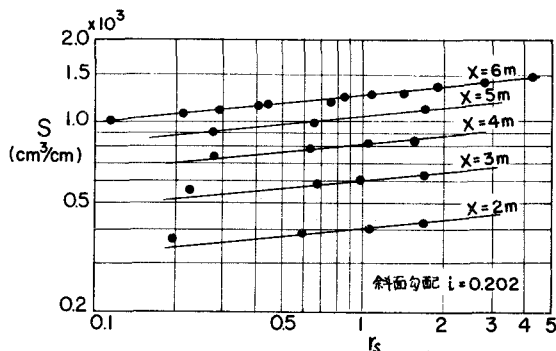
図-1. ガラス玉の模型表層における S と r_s の関係。

なる。これを2次曲線とみなせば

$$S = (ax^2 + bx) \cdot r_s^m \quad \text{----- (2)}$$

となり、これから $\phi H = (2ax + b) r_s^m$ ----- (3)

$$\phi dH/dx = 2a r_s^m \quad \text{----- (4)}$$

図-2. 檜の枯葉堆積層における S と r_s の関係

となり、水深の x 方向の分布は直線状であるが、 g (単位巾流量) $= r x$ であるから流速は x 方向に一樣ではなく、 H や r 、ひいては dH/dx によって変化することになる。前記の a 、 b 、 m は表層材料や勾配によつてきまる定数であつて、両極端と思われ右図の場合についてこれらの値を示すと、ガラス玉では

$a = 3.92 \times 10^{-5}$, $b = 3.83 \times 10^{-3} \text{ cm}$, $m = 0.8$,
檜の場合には

$a = 2.78 \times 10^{-4}$, $b = 1.92 \text{ cm}$, $m = 0.1$,

である。檜の場合を例にとると m が小さく、したがつて定常状態においては r の大小が S に与える影響が極めて小さい。このことは、恐らく流動を始めるのに必要な貯溜量 S_0 に達してから後は r や g の大小によつて H や S はあまり変化せず流速が変化するものと考えられ、貯溜量が S_0 に達してから後に供給された雨水の伝播速度はかなり大きいことを示唆するものと思われる。このように保水という観点からすれば、重要な役割を演ずる S_0 は、(2)式がどのような表層にも成り立つとき、 $g = r x$ と(3)、(4)式にもとづいたすべての断面に共通な関係である(5)式の g を0とおいたときの貯溜量である。これに

対してつぎの三つの場合がある。1) $H = 0$ 、これは $S_0 = 0$ で対象とならない。2) $H = (dH/dx) b/2a$ は例えば層厚が無限度で下流をせき上げ、すべての奥で流動しなくなったときの水面形を与え、貯溜量が(2)式の S より大きくなるので不合理、3) $dH/dx = 0$, $H = \text{const.}$ はこの場合の解として妥当であり、定常状態においても $x=0$ で $g=0$ であるから const. はこのときの水深($dH = b/r^m$)に等しくなるはずである。したがつて、 $S_0 = b/r^m x$ となるが、実験値から降雨開始時の貯溜量と下流端から流出し始めるまでの供給水量の和を求め、これを実験値から得た S_0 として $b/r^m x$ と比較すると10%以内の誤差で近い値を示している。この誤差は流出し初める時刻の認定誤差が主な原因であるから S_0 として $b/r^m x$ を採用しても差し支えないと思われる。この結果各種の表層について b, m が求まれば降雨継続中の保水能力を比較する一指標が得られることになる。(なお、 S_0 が降雨継続中の損失雨量と直接関係があるとするれば、損失雨量の中に r^m に比例する成分があることになるが、実測資料から損失雨量を逆算した場合にはこのような傾向が認められるようである。) 今後実験をつづけ、各種の表層について勾配の効果を含めた諸定数を求める予定であるが、他方、 $S - S_0 = a r^m x^2$ となる部分の流動法則や非定常状態における特性をも追究したいと考えている。

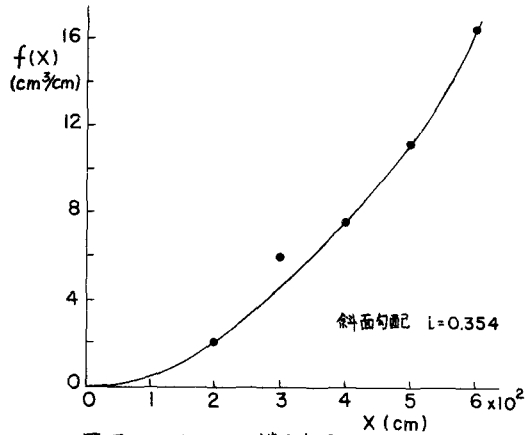


図-3 ガラス玉の模型表層における $f(x)$

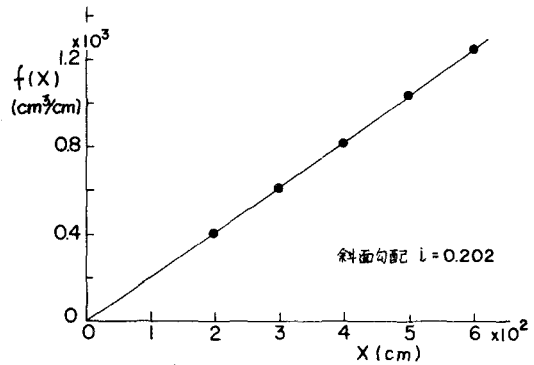


図-4 檜の枯葉堆積層における $f(x)$

$$g = \frac{\delta}{2a} \left(H - \frac{b}{2a} \frac{dH}{dx} \right) \left(\frac{\delta}{2a} \frac{dH}{dx} \right)^{\frac{1}{m}-1} \dots (5)$$