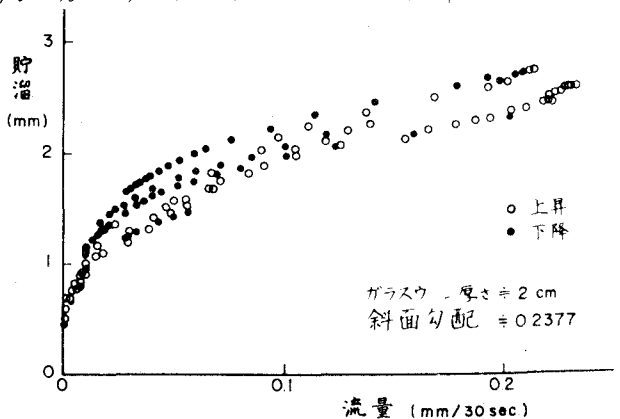


広島大学工学部 正員 金丸昭治

星 健三

降雨という不規則な形で供給された雨水が河川に流出する際には、その間に存在するさまざまな抵抗要素によってその運動も抑制され、調節されてかなり緩慢な流出をすることは周知のとおりである。このような自然の調節作用に関与する各要素とその役割を分析することは治水利水上極めて重要であって、この研究もこれら一連の研究の一環として、徐々にではあるが人為的にも変化させる枯葉堆積局という関連要素に着目し、この堆積局のみでどのような流出調節作用があるかを検討したわけである。研究の第一段階として、ガラスウールを敷きつめた局を類似の堆積局とし、中1m、長さ3mの斜面による室内実験を実施した。降雨発生装置はヘッドタンクより斜面下方の小パイプ網に水を導き、途中に設けたバルブによって任意強度の降雨を得るようにし、ヘッドタンクとパイプ網間の水を差圧水銀マノメーターに導いて降雨強度を読みとることにした。斜面からの流出流量は、当初三角堰によって測定したが、流量とマノメーターの読み(水柱)との関係が、恐らく毛管力、気温その他の影響で、上昇時と下降時で差を生じ、さらに実験の都度その差も変化するので、30秒毎に容器で受けとり秤によってその量を測定するように変更した。なお、ガラスウール局の底部が雨水の流動に伴って多少浮き上るので、一旦斜面上に接着剤を塗付し、その上にガラスウールを敷きつめて浮き上りを防止した。以上のような装置を使用し、勾配、局厚および降雨を変えて実験した範囲では、従来からこのような現象に適用できると考えられている Darcy の法則および Manning の抵抗法則も、その法則のみではどのような係数を使用しても実験値に近い計算値を得ることができないようである。一般的傾向としては、比較的流量の大きいところで Manning の法則が成立しやすく、中程度の流量では Darcy の法則、流量の小さい場合には別の計算法を採用するのが適當のように思われる。流量の小さい部分について、試みに貯留量の時間的変化をプロットしたところ、流量の時間的変化と極めてよく類似しており、例えば、右の図(単独降雨の場合)に示すように、貯留高と流量の関係を抽出してみると、流量の小さい部分ではほぼ直線的関係にあると考えて差し支えないだろう。なお、貯留量がある量に達するまで流量は零であるが、これは初期損失であり、流量がある値以上になると降雨強度その他の影響で又分散する。貯留と流量がほぼ直線的関係を示す部分の現象がどのような運動法則にもとづくかは、実験を継続して検討中であるが、恐らく毛管力にもとづく上流向き力と重力にもとづく下流向き力との釣合条件に原因があるように思われる。つまり前者が卓越する間は流動せず、水深の増



加に伴って後者が大きくなると徐々に流下を始めるが、この部分の流出が上記の係数に従うのではないかと想像される。さらに水深が増加すると後者が卓越し、これがある値に達して毛管力の影響をうけない新しい流出（例えば Manning の抵抗法則に従う流れ）が追加発生するようになると、上記の係数に従う流出成分は定常状態になるものと思われる。この状態に至るまでは、厳密には貯溜と流量が直線的ではないと考えられるが、ここでは浸透のない均一な層からの雨水流出にも二つの流出成分を考へることの妥当性を検討する意味で、一先づ直線的と考へ、この係数に従う流出成分が定常状態に達してから後の流量増加分に対しては Manning の抵抗法則が適用できるものとして計算してみることにした。（減衰時には逆の変化も考へるものとする。） すなわち、貯溜と流量が直線的関係（初期損失を除く）にある部分では、

$$S = \int_0^x H(t, x) dx = k' \cdot q(t, x)$$

および連続方程式とから、単位巾流量は

$$q(t, x) = q(0, x) e^{-kt} + rx(1 - e^{-kt})$$

(ただし、 $k = 1/k'$ )

で与えられる。ここに、 $S$  は単位巾貯溜量、 $x$  は上流端からの距離、 $t$  は流動開始後の時間、 $H$  は実質的水深、 $k$  は減衰係数、 $q$  は単位巾流量、 $r$  は降雨強度である。この計算式によると、場所的には  $H$  は一様であるが、流量は直線的に変化をすることになる。一方、Manning の抵抗法則を適用する流出成分の上流端（いわゆる表面流発生限界）は  $q(t, x)$  に  $q_s$  (貯溜と流量の関係が直線的である部分の最大流量) を与えた場合の  $x$  である。計算結果の一例を右の

図に示すが、図中、 $q_s$ 、 $k'$ 、 $n$  (粗度係数) は測定値と計算値ができるだけ近くなるように試算的に求めたものである。この結果のみから推察されることは、 $n$  は表層の構成材料によって定まり、 $q_s$  (比流量にして約  $0.5 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{km}^2$ ) はあまり変化せず、層厚によって  $k'$  が変化し、結局空隙率が変化していることになる。つまり層厚が大きくなると、

恐らく空隙率が小さくなり、流量の小さい場合に同じ流量を流すのに必要な貯溜量が大きくなって、流出に長時間を要することになる。今後、実際の斜面による実験を実施して量的関係を明確にしたいと考えているが、枯葉堆積層外の流れが表面流出のみではないだろうということから、堆積層を変えて流出のおくれや偏平化を促進させ、低水量、高水量を増大させることは可能であろう。

